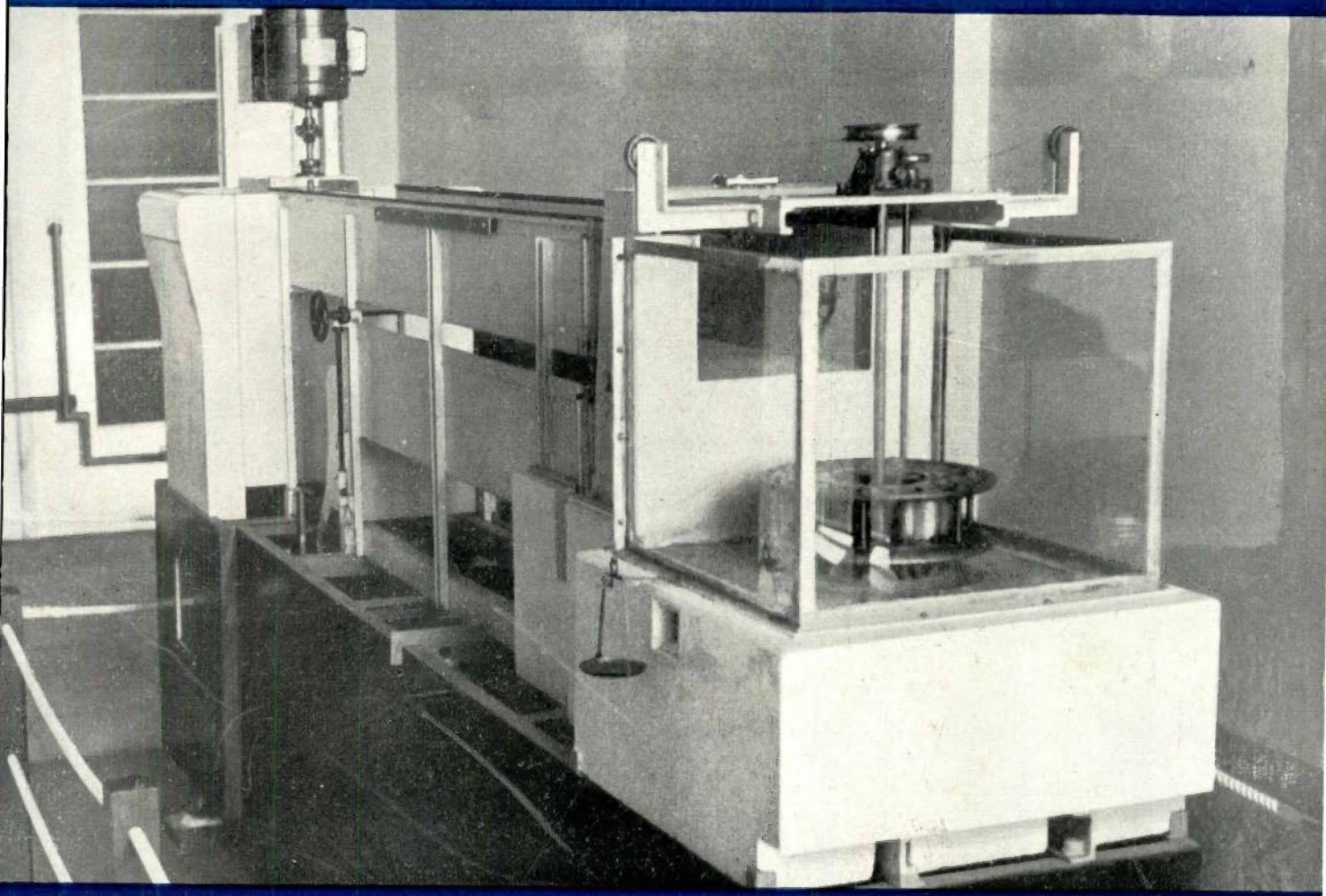
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 289–FEVEREIRO–1959

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão – Setúbal

Telef. 028824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 28201/2/3

Desde o
Distrito de **VIANA DO CASTELO**
ao de **LEIRIA** e nos Distritos
de **SETÚBAL** e **ÉVORA** as

FÁBRICAS
CIDADES
VILAS e
ALDEIAS portuguesas

são abastecidas de

ELECTRICIDADE

para

FORÇA MOTRIZ E TODOS OS USOS INDUSTRIAIS, LUZ, ETC., a TARIFAS MUITO VANTAJOSAS e com as maiores facilidades,

pela

UNIÃO ELECTRICA PORTUGUESA

e produzidas nas CENTRAIS:

Thérmica do FREIXO	22.000 CV
Hidráulica do LINDOSO...	100.000 CV
Thérmica da CACHOFARRA...	14.000 CV

Os Escritórios da UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA são:

NO PORTO Rua Duque de Loulé, 148
EM LISBOA Rua Rosa Araújo, 35

MARS-LUMOGRAPH

Lembre-se das cópias heliográficas!

Se a cópia demonstra impecável nitidez, depende do material de desenho utilizado no original.

Em todo o mundo os engenheiros e arquitectos apreciam no material moderno de desenho MARS-LUMOGRAPH ao lado das suas múltiplas vantagens, especialmente a sua propriedade heliográfica Nós temos ao dispor o material de desenho MARS-LUMOGRAPH em 19 graduações como minas, lapiseiras e lápis de desenho. As lapiseiras de desenho MARS-LUMOGRAPH já famosas fornecem-se com afia-minas próprio situado no botão de pressão.

STAEDTLER

PAPELARIA FERNANDES
S. A. R. L.
Rua do Ouro, 145/149 **Largo do Rato, 13**
LISBOA

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA DOS ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Ano XXXIV - N.º 289 Fevereiro de 1959

Redacção e Administração: AVENIDA ROVISCO PAIS, I.S.T. * LISBOA-N. * TELEF. 77 01 44 (Linha 50)

DIRECTOR
JOSÉ J. DELGADO DOMINGOS

ADMINISTRADOR
ALEXANDRE CERVEIRA

SECRETÁRIO
JORGE GONÇALVES CALADO

REDACTORES
ALBERTO ANTÓNIO JUSTINIANO
ANTÓNIO FALCÃO
JOSÉ MANUEL TEIXEIRA DOS SANTOS
JOSÉ FERNANDO PINHARANDA
JOSÉ LUÍS CÂNCIO MARTINS
VÍTOR GRAVETO

*

NUMERO AVULSO 12$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	32$50	50$00	95$00
Ultramar Português e Espanha	—	55$00	100$00
Estrangeiro	—	60$00	110$00

*

EDITOR E PROPRIETÁRIO
ASS. DOS ESTUD. DO I.S.T.

*

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Laboratório Piloto do Instituto Superior Técnico — Projecto do Prof. Eng.º Manuel P. R. da Costa de Barros — Execução do Eng.º Artur Carvalho Alves

Págs.

O Laboratório Piloto do Instituto Superior Técnico — Ensaios de Hidráulica Mecânica
Pelos Eng.os Manuel P. Rodrigues da Costa de Barros e Artur Carvalho Alves 279

A preparação profissional na industrialização da construção civil
Pelo Eng.º Manuel Bravo 293

Elementos de química-física — Lições excepcionalmente integradas no curso de Siderurgia
Pelo Eng.º Henrique Estácio Marques 305

Aplicação do processo da gaiola para abertura de chaminés verticais nas Minas da Panasqueira
Pelo Eng.º Fernando de Mello Mendes 329

Métodos de determinação das constantes geo-hidrológicas
Pelo Eng.º Carlos A. Quintela G. Gois 335

Biblioteca 361

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A — Pág.

A. Gestetner XLIII
Agência Geral de Material Eléctrico, Ltd.ª VII
Atlantic — Fábrica Lusitana de Tintas e Vernizes, Limitada XXXVI

C

Câmara de Comércio Alemã XXVI e XXXI
Canelas & Figueiredo XLI
Cekop XXIII
Ceresit XXXIX
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . XXXVIII
Companhia «Cimento Tejo» XXXVII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XIII
Companhia Portuguesa dos Petróleos BP XXXIV
Companhia União Fabril. XVIII
Construções Técnicas, Ltd.ª X
C. Santos, Ltd.ª VI

E

Edmond Dardel II
Electro-Arco, Ltd.ª XLI
Emílio de Azevedo Campos & C.ª, Ltd.ª XIX
Empresa Electro Cerâmica XXXVIII
Empresa Nacional de Aparelhagem Eléctrica XXVII
Empresa de Produtos Asfálticos. . . XL
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XII
Eng.º Augusto Cavaco XXXIX

F

Faber-Castell XXVIII
Fábrica Metalúrgica e Construtora CARAVELA, Ltd.ª. XXXV
Fábrica Portugal XXXIII
Facto, Lda. XXIV
Fanafel XXVI

H

Henriques & Castro, Ltd.ª X
H. Vaultier XXX

I

IST LXIV

J — Pág.

Jayme da Costa, Lda XXV
J. J. Gonçalves, Sucrs. XI

L

Leacock (Lisboa), Ltd.ª XV

M

Mabor XLIII
MAN XXII
Máquinas de Precisão, Ltd.ª XL
Metalúrgica de Bemfica XXXII
Monteiro Gomes, Ltd.ª . . . VIII e XLII

P

Papelaria Fernandes . . 2.ª da capa e XXIX
Pimentel & Casquilho, Ltd.ª III

S

S. E. Moniz da Maia & Vaz Guedes, L.da XVII
SMEIA IV
Sociedade Comercial de Isolamentos de Cortiça XXX
Sociedade Construtora Portuguesa, Ltd.ª I
Sociedade de Electricidade Brown Boveri . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Fabril de Matérias Plásticas XX
Sociedade Industrial Metalúrgica . XXXIX
Sociedade Michaelis de Vasconcellos, Lda. XVI
Sociedade Portuguesa Cavan XIV
Socotel V
SOMEC XXXVII
Sondagens Ródio, Ltd.ª XLI
Standard Eléctrica IX

T

TAP XXXI

U

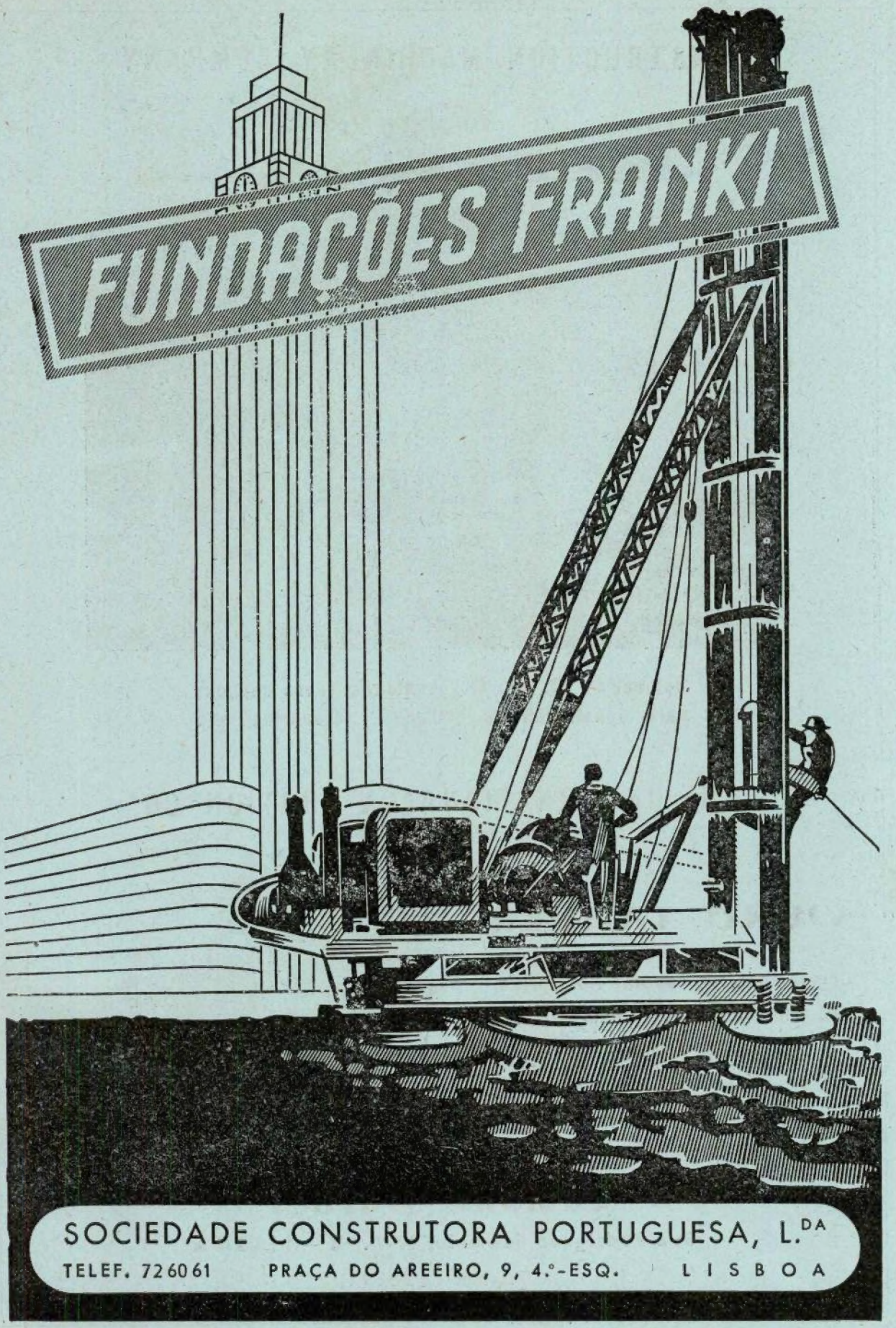
União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

V

Vasco Pessoa, Lda. XXVI
Vitrofib XXX
V. T. Martins XIV

W

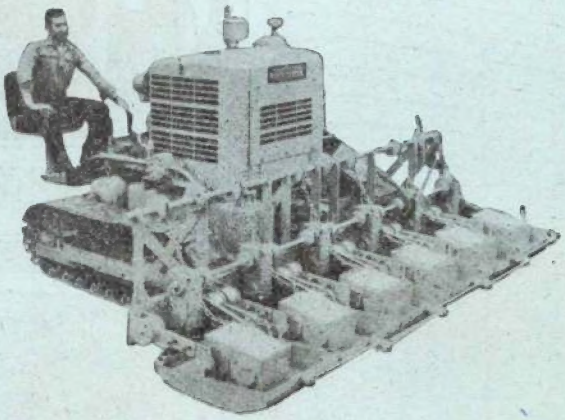
Wild Portugal, Lda. XXI


FUNDAÇÕES FRANKI
SOCIEDADE CONSTRUTORA PORTUGUESA, L.DA
TELEF. 726061
PRAÇA DO AREEIRO, 9, 4.º-ESQ.
LISBOA

CONSTRUCTION MACHINERY COMPANY

Betoneiras **C. M. C.** montadas sobre camions, para construção de estradas, aeroportos, etc.

THE INTERNATIONAL VIBRATION CO.



VIBRO-TAMPER

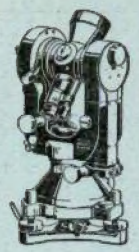
Compactador de sapatas vibratórias. Máxima compactação num mínimo de tempo

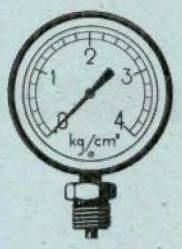
Agente exclusivo

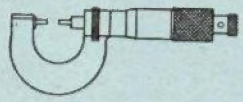
Edmond Dardel

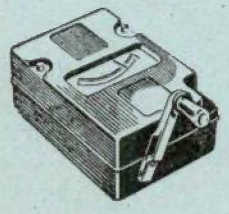
Rua Rodrigues Sempaio, 19-4.º B — LISBOA

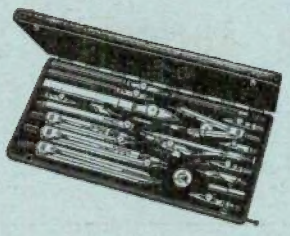
Telefone 42289











PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA

GRANDE SORTIDO DE INSTRUMENTOS DE PRECISÃO, CIENTÍFICOS E INDUSTRIAIS

PARA

ENGENHEIROS
ARQUITECTOS
CONSTRUTORES
TOPÓGRAFOS
DESENHADORES
LABORATÓRIOS
ESCOLAS
OFICINAS

RUA DAS PORTAS DE SANTO ANTÃO, 75
LISBOA
TELEF.: 24314 • TELEG.: TECNA

SCANWO

CILINDROS PARA ESTRADAS
EQUIPADOS COM MOTOR DIESEL
BOLINDER

PARA ENTREGA IMEDIATA

SCANWO MODELO OTIL

Iluminação eléctrica, escarificador, regadores e raspadeiras

MOTOR BOLINDER

	OTIL	TITON	TOLEX
Peso (Ton.)	8 a 12	12 a 14	12 a 16
Kg/cm	24 a 76	32 a 79	40 a 81
Km/hora	1.7 a 11 0	1.3 a 8.3	1.2 a 7.7

SMEIA

Sociedade de Mecanização Industrial e Agrícola

S. A. R. L.

LISBOA — Avenida Padre Manuel da Nóbrega, 8-B — Telef. 72 40 53

De Roll

Válvulas industriais para todos os fluídos, pressões e temperaturas

Fazem parte do nosso programa de fabrico:

1 Válvulas de membrana de borracha para todos os líquidos, em especial para os alcalis, ácidos e água. Temperaturas até 100° C Não tem empanque.

2 Válvulas de cunha PN 16,25 e 40 atm., para água sobreaquecida vapor e líquidos que ofereçam dificuldades de estanqueidade, para temperaturas de serviço superiores a 120° C, em ferro fundido ou aço vazado. Estanqueidade permanente.

3 Válvulas de passagem livre para ácidos PN 10 atm. em ferro fundido ou aço vazado inoxidável resistente aos ácidos.

4 Válvulas de corrediça de alta pressão, para todas as pressões e temperaturas que intervenham na indústria, em aço vazado normal ou aço vazado resistindo à fluência.

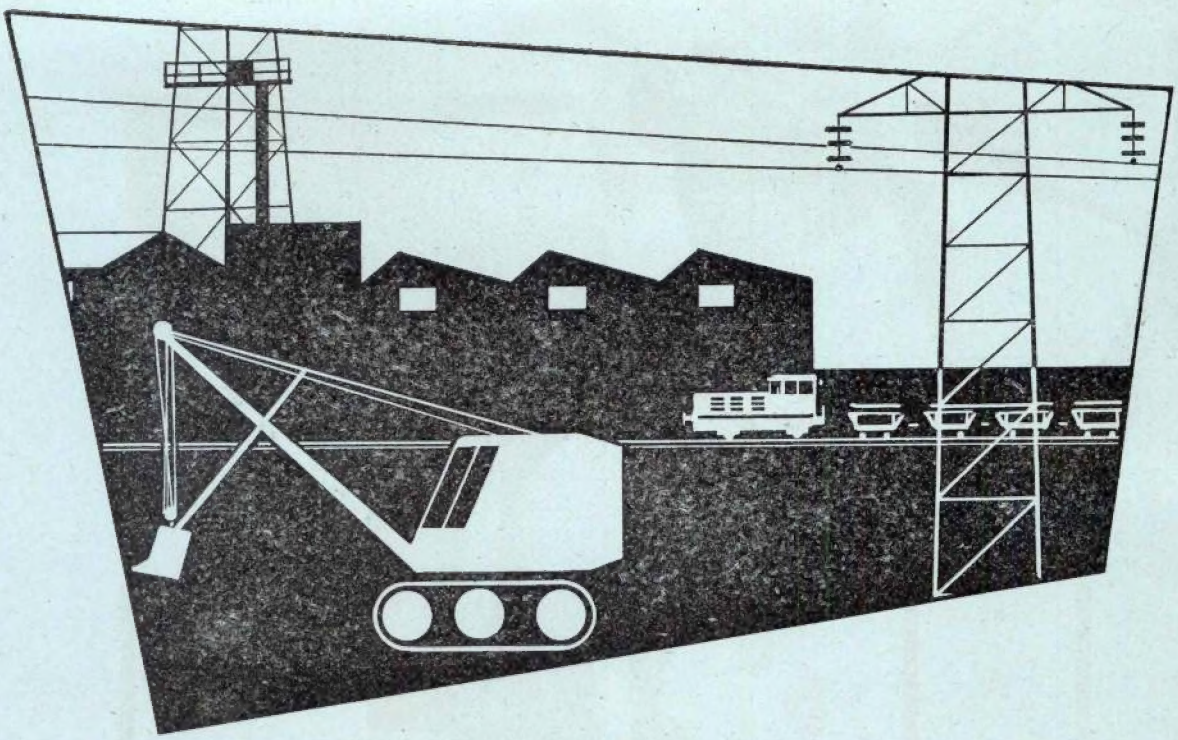
5 Válvulas para substâncias pastosas com aplicações na indústria da celulose e do papel assim como na indústria química.

6 Torneiras em Silacid, resistente a quási todos os ácidos empregados na indústria química.

7 Válvulas de cunha sem empanque PN 6, 10 et 16 atm. para água fria, água quente, vapor, ar comprimido, vazio e óleo, para temperaturas de serviço até 120° C.

Société des Usines de Louis de Roll S.A.
Fábricas de Klus, Klus (Suiça)

Representantes em Portugal:
Socotel, Lda. Rua Sá da Bandeira, 651-4°. Esq.
Porto — Telef. 27013



MERCEDES-BENZ

MOTORES INDUSTRIAIS DIESEL

MOTORES PARA TODAS AS APLICAÇÕES INDUSTRIAIS
FAMOSOS EM TODO O MUNDO PELA SUA GRANDE ROBUSTÊS, ECONOMIA
DE CONSUMO E FACILIDADE DE MANUTENÇÃO
MODELOS DESDE 15 A 2.500 H. P.

EM ARMAZÉM:

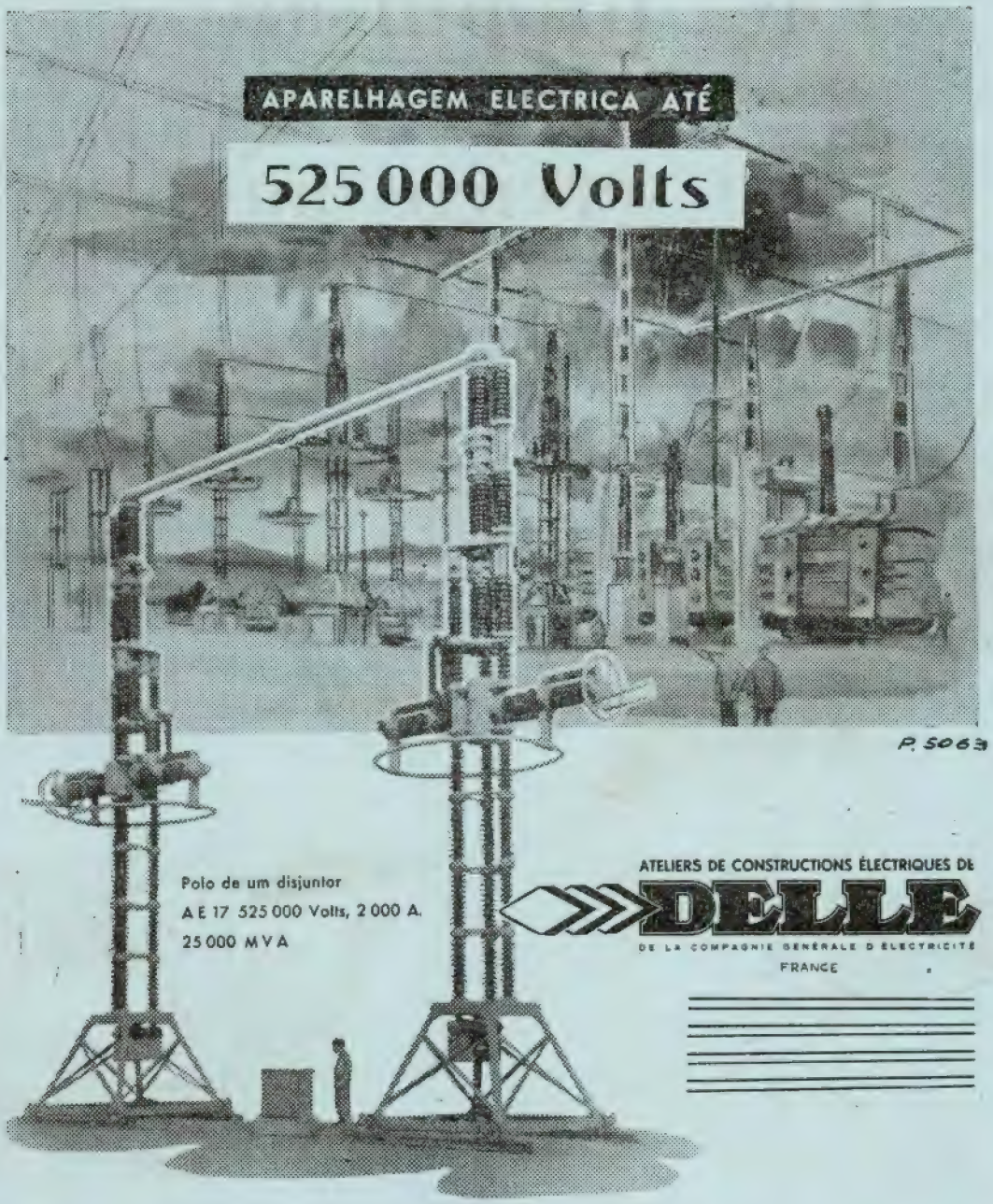
MODELO M B 841 B	25 H. P. — 1.000 R. P. M.
MODELO M 202 B	55 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 203 B	90 H. P. — 1.200 R. P. M.
MODELO M 204 B	120 H. P. — 1.200 R. P. M.

OUTROS MODELOS PARA ENTREGA MUITO RÁPIDA

MOTORES A 4 TEMPOS - ARREFECIMENTO POR ÁGUA
ARRANQUE A AR COMPRIMIDO OU ELÉCTRICO

REPRESENTANTES C. SANTOS LDA. — DIVISÃO MARÍTIMA E TÉCNICA

29, AV. DA LIBERDADE, 41 — LISBOA
160, R. DE S.TA CATARINA, 168 — PORTO



DELEGADOS

AGÊNCIA GERAL DE MATERIAL ELÉCTRICO, L.DA

Rua dos Industriais, 4-1.º (às Côrtes) Lisboa

Telefones: 66 06 92 — 66 06 04 — 66 60 82

Para propulsão

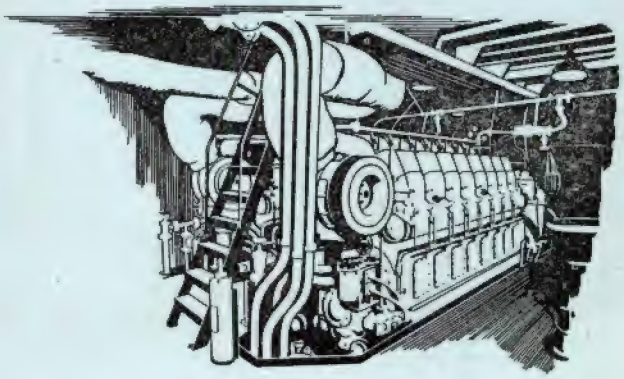
e serviços auxiliares

•

MOTORES DIESEL

TURBINAS

EQUIPAMENTO ELÉCTRICO



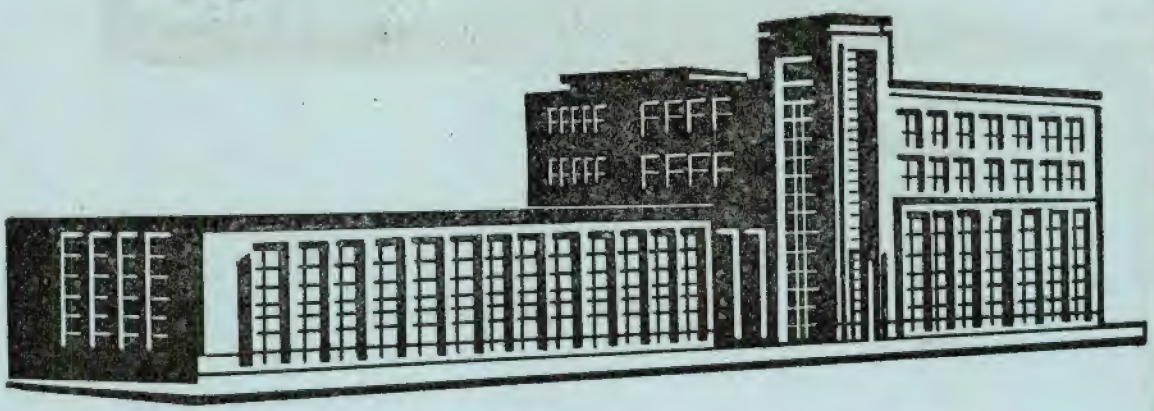
Uma organização ao serviço
das empresas armadoras

'ENGLISH ELECTRIC'

THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY LIMITED, QUEENS HOUSE, KINGSWAY, LONDON, W.C.2

AGENTES PARA PORTUGAL E ANGOLA:

MONTEIRO GOMES, LIMITADA



Standard Electrica S.A.R.L.

Associada da

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORPORATION

DE NOVA YORK

TELECOMUNICAÇÕES

ELECTRÓNICA

AV. DA INDIA — LISBOA

CEMPEXO

tinta hidrófuga e petrificante à base de cimento

A tinta que dura

Pintura ideal para paredes de prédios e outras estruturas.

Cores atraentes, fixas e duradouras.

Usa-se sôbre rebocos, tijolos, betão, fibrocemento, pedra natural, etc.

DANSK CEMENT CENTRAL

DISTRIBUIDORES EM PORTUGAL

HENRIQUES & CASTRO, *Lda.*

AVENIDA CONDE DE VALBOM, 96 **LISBOA**

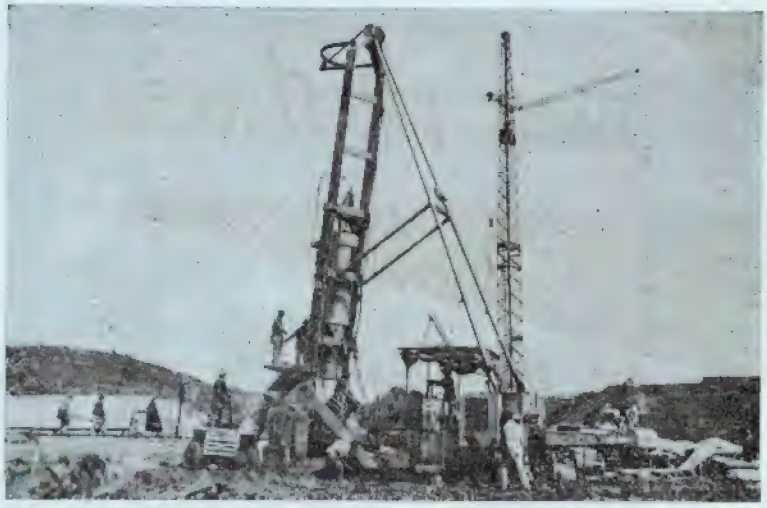
TELEF. 775057-775058

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, L.DA

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13, 3.º

LISBOA

Telefs. 22344 / 27809



Máquina "BENOTO" executando estacas de 1 m de diâmetro e 60 m de comprimento, nas fundações do viaduto de Sacavém, na auto-estrada do Vale do Tejo

Fundações

Construções Civis e Industriais

Betão Armado e Betão Pré-esforçado

Obras Públicas

Concessionária do sistema de moldes deslizantes «PROMETO» e do sistema para execução de estacas de grande diâmetro «BENOTO»

AUSTIN ABELSON

Um "Dumper" resistente, económico, que beneficia dos preços reduzidos da produção em grande série

Chassis e motor Austin A 702

AUSTIN possui uma gama completa de comerciais de uma a oito toneladas

●

Camiões com tracção às quatro rodas para casos especiais

●

Veículos ligeiros de todo o terreno, com suspensão independente FLEXITOR

●

Grande comodidade

Gipsy Austin

DISTRIBUIDORES GERAIS: J. J. GONÇALVES, SUCRS.
LISBOA • EVORA • PORTO • AGENTES EM TODOS OS DISTRITOS

RADIOCOMUNICAÇÕES, ELECTRÓNICA, RADIODIFUSÃO E APARELHAGEM INDUSTRIAL

— Emissores, Receptores e Transceptores de todos os tipos, para HF e VHF
— Emissores e Equipamento de Estúdio para Televisão e Radiodifusão Sonora
— Sistemas de feixes hertzianos
— Televisão em circuito fechado, para todas as aplicações
— Aparelhagem de radar para navegação, previsão de tempo, aeroportos, fins militares, etc.
— Rádio-ajudas para navegação aérea e marítima
— Microscópios electrónicos e outros instrumentos científicos
— Lâmpadas electrónicas para todas as aplicações
— Aparelhagem de medida para Rádio e Electrónica
— Teleimpressores e equipamento acessório
— Instalações de som de todas as potências e tipos
— Cinema Sonoro de 35 mm e 16 mm
— Equipamento automático para verificação de bebidas
— Grupos moto-geradores
— Rádio-receptores, televisores e aparelhagem electro-doméstica
— Discos e fitas magnéticas virgens e gravados em alta fidelidade.

Estudos, Projectos, Propostas, Fornecimentos e Assistência Técnica

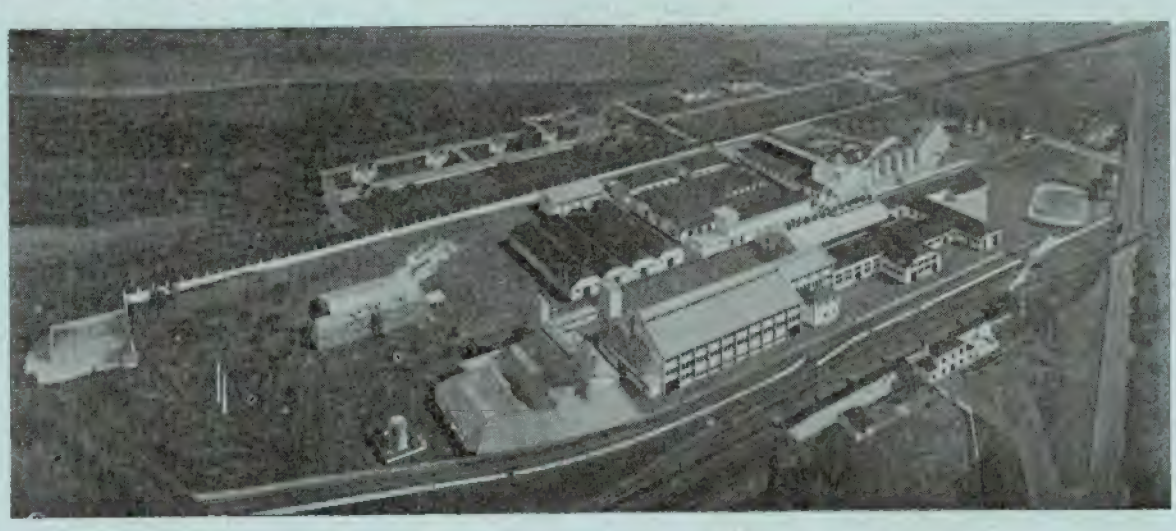
Agência Geral em Portugal

TELECTRA

EMPRESA TÉCNICA EQUIPAMENTOS ELÉCTRICOS, S. A. R. L.

LISBOA
Rua Rodrigo da Fonseca, 103
Telef. 680130/5

PORTO
Rua dos Clérigos, 64-2.º
Telef. 24819



COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS

PRODUTORA DE

FERRO GUSA

FERRO LIGAS

FERRO-MANGANÊS

SÍLICO-MANGANÊS

FERRO-SILÍCIOS

15 % - 25 % - 45 % - 75 % - 90 %

CARBONETO DE CÁLCIO

CIANAMIDA CÁLCICA

PASTA PARA ELÉCTRODOS

E EM MONTAGEM

GRAFITE

FÁBRICAS
CANAS DE SENHORIM
Telefone 67222

SEDE
Largo de S. Carlos, 4-2.º — LISBOA
Telefones 25343-29608-368989

O edifício do Sr. Júlio Cismeiro
na Rua Pedro Ivo, n.º 1

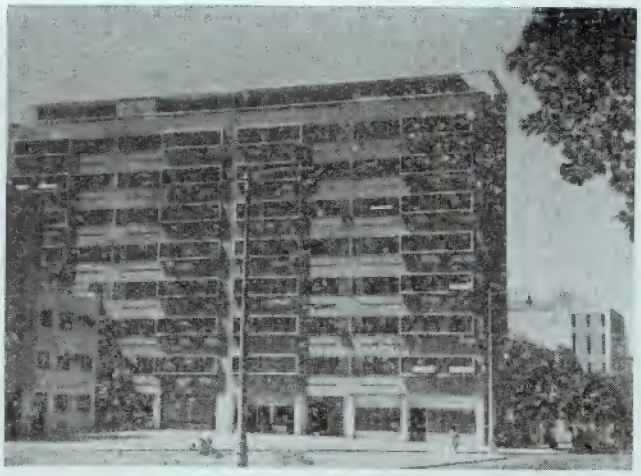
Orçamentos Grátis

Pedidos a

V. T. MARTINS

Rua da Prata, 59-3.º Esq.º

Telef. 2 36 90 LISBOA



Os edifícios da Avenida de Roma no gaveto
com a Avenida do Brasil

Duas construções particulares que são dois cartazes **CHALLENGE.**

O sistema que convence no campo da Impermeabilização de terraços e placas de cobertura.

100 % de vedação hidrófuga

71 % de Isolamento Térmico

CAVAN

SOCIEDADE PORTUGUESA

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS

MOSAICOS E AZULEJOS

COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA

MANILHAS PARA ESGOTOS

RUA D. ESTEFÂNIA, 42

TELEF. 47812-50129

LISBOA

LEACOCK (LISBOA). L.DA

AV. 24 DE JULHO, 16 — LISBOA

R. JOSÉ FALCÃO, 185 — PORTO

SECÇÃO DE MÁQUINAS E ELECTRICIDADE

REPRESENTANTES DE:

THE RAWLPLUG COMPANY, LTD.

Material de fixação para construção civil e mecânica.

HOOVER, LTD.

Motores eléctricos desde 1/8 até 3/4 H. P., Monofásicos e Trifásicos.

J. A. CRABTREE & CO. LTD.

Material para instalações de luz: interruptores, fichas, tomadas, etc.

Material para instalações de força: arrancadores, disjuntores, caixas, etc.

THE AUTOMATIC COIL WINDER AND ELECTRICAL EQUIPMENT CO, LTD.

Osciladores, capacímetros, texts universais, texts electrónicos, analisadores de válvulas, luxímetros, expositores para fotografias.

Máquinas para bobinar e enfitar.

GEORGE KENT

Contadores de água, de vapor e de óleo.

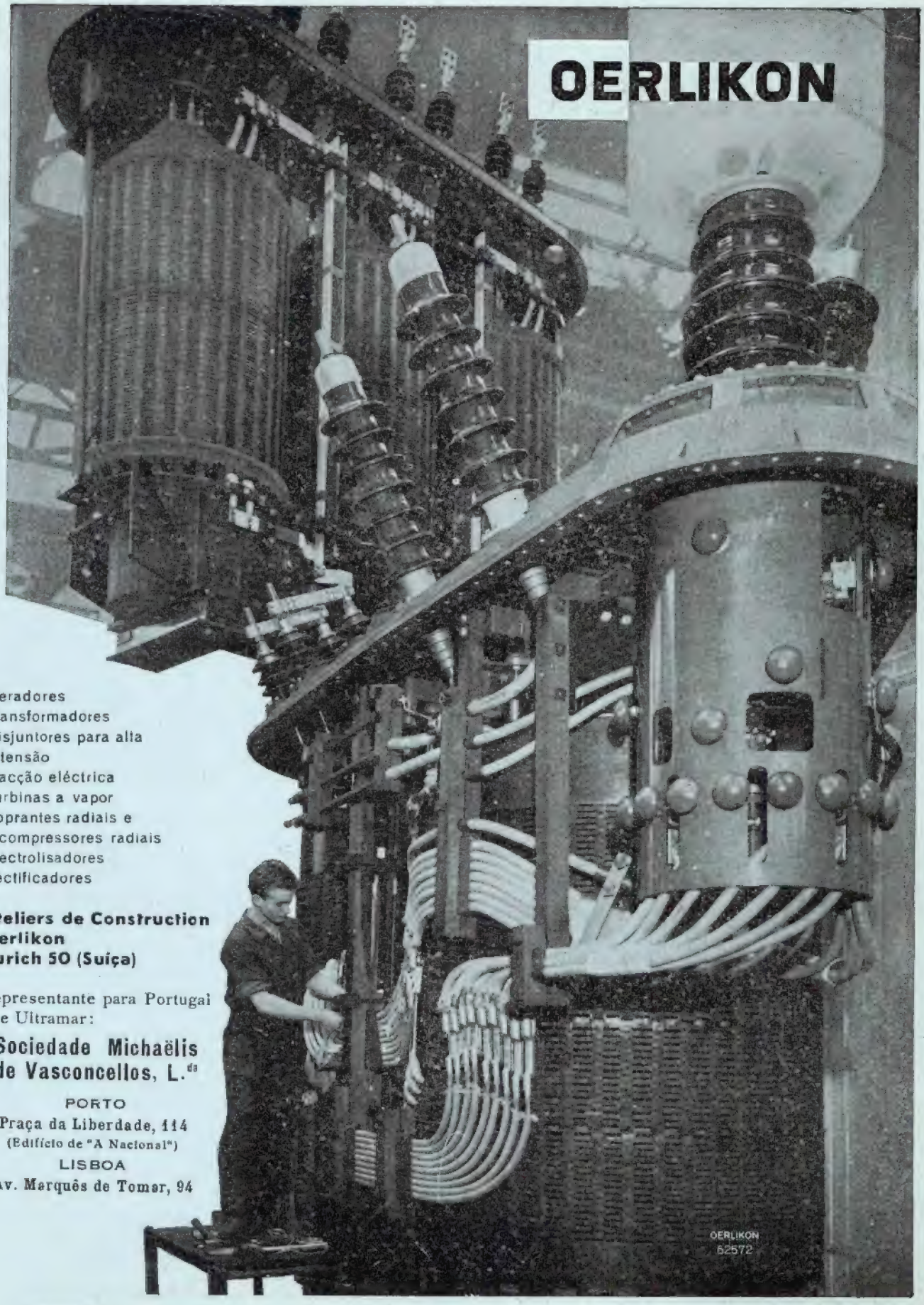
Tubos Venturi

Determinadores e controladores do pH, do CO_2 e pirómetros pelo processo potenciométrico.

Combustiómetros, manómetros, registadores de distâncias, medidores-registadores de caudais, medidores de orifícios em condutas para gases.

THORN ELECTRICAL INDUSTRIES, LTD.

Luz fluorescente.



Geradores
Transformadores
Disjuntores para alta tensão
Tracção eléctrica
Turbinas a vapor
Soprantes radiais e compressores radiais
Electrolisadores
Rectificadores

Ateliers de Construction Oerlikon
Zurich 50 (Suiça)

Representante para Portugal e Ultramar:

Sociedade Michaëlis de Vasconcellos, L.da

PORTO
Praça da Liberdade, 114
(Edifício de "A Nacional")
LISBOA
Av. Marquês de Tomar, 94

TÉCNICA

DIRECTOR: JOSÉ J. DELGADO DOMINGOS
ADMINISTRADOR: ALEXANDRE CERVEIRA
SECRETÁRIO: JORGE GONÇALVES CALADO

Ano XXXIV - N.º 289 Fevereiro de 1959

C. D. U. 532.5.001.4

O Laboratório Piloto do Instituto Superior Técnico

Ensaios de Hidráulica Mecânica

PELOS ENG.º MANUEL P. RODRIGUES DA COSTA DE BARROS
Prof. de Turbo-Máquinas
ENG.º ARTUR CARVALHO ALVES
Director do Arsenal do Alfeite

O Laboratório Piloto do Instituto Superior Técnico é uma pequena instalação de ensaios de Hidráulica Mecânica, na qual se promove a formação duma corrente de água em circuito fechado e se estabelece um desnível capaz de permitir as medições necessárias para a determinação das características dum modêlo de turbina e do seu modo de funcionamento. Para isso dispõe a instalação, que foi inteiramente estudada, projectada e realizada no país, de dois canais sobrepostos e duas câmaras ligadas entre si pelo canal superior, conforme se pode ver no desenho de conjunto da fig. 1 e na perspectiva da fig. 2.

Através duma das câmaras, a água é elevada para o referido canal por meio duma bomba, e a *queda artificial* assim criada, exercendo a sua acção na câmara oposta, faz trabalhar uma turbina que descarrega a corrente para o canal inferior.

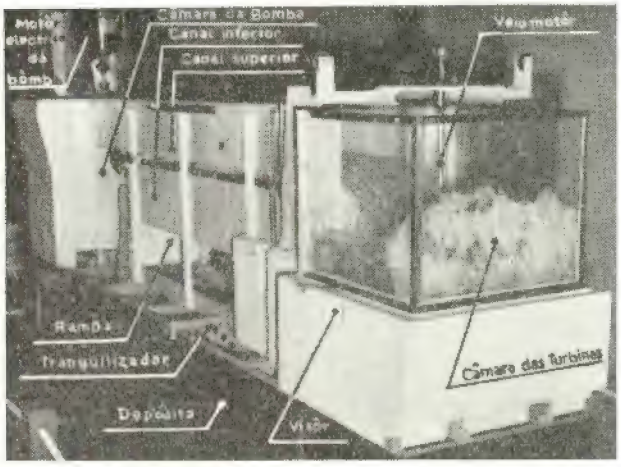


Fig. 2 — O Laboratório, com a indicação dos seus principais elementos

Da base desta câmara, revestida, para melhor conservação, duma chapa de aço inoxidável, levantam-se, além da parede metálica de ligação ao canal superior, as três restantes faces, formadas de material transparente, para permitirem a observação directa do modo de admissão da água ao orgão receptor.

Depois de ter feito girar a roda, a corrente é descarregada através do espaço deixado em vazio por um molde igual ao da fig. 3, no bloco de cimento que serve de base à câmara da turbina e se liga ao tôpo de montante do canal inferior.

A secção do tubo de saída, ou difusor, assim esvaziado no cimento, vai variando de configuração à medida que aumenta, passando da forma circular para a forma rectangular de cantos arredondados e dimensão horizontal progressivamente crescente, à semelhança do que se dá no caso real, em que, alongando essa dimensão, se evita o inconveniente de escavações profundas.

Do canal inferior a água escoa-se por uma rampa, fig. 4, para o depósito geral da instalação. Adaptada de modo estanque ao tôpo de saída do canal, essa rampa é amovível verticalmente com o fim de poder variar o nível de jusante. E o depósito, cuja capacidade permite retirar o

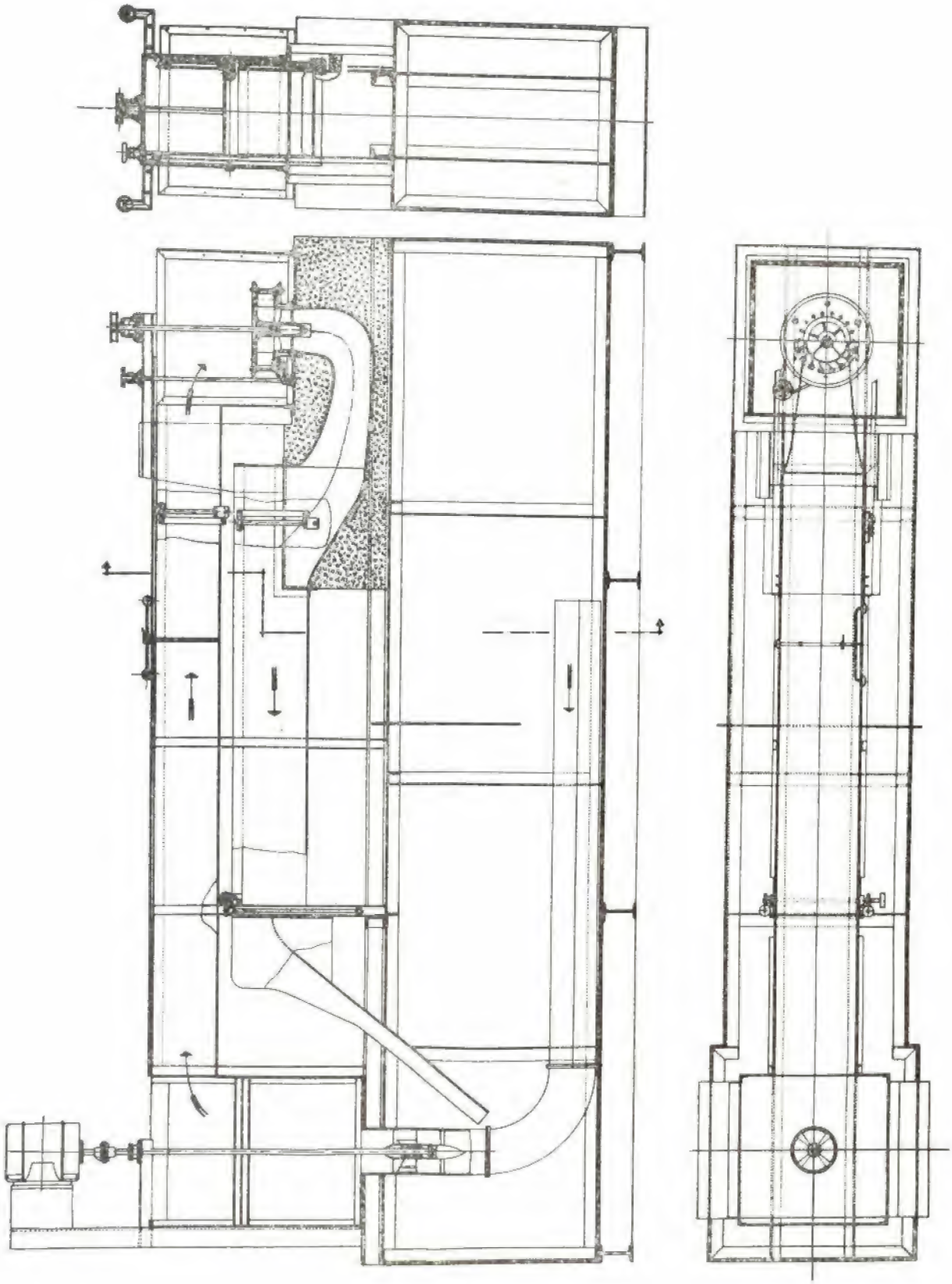


Fig. 1 — O Laboratório Piloto em corte longitudinal, transversal e planta

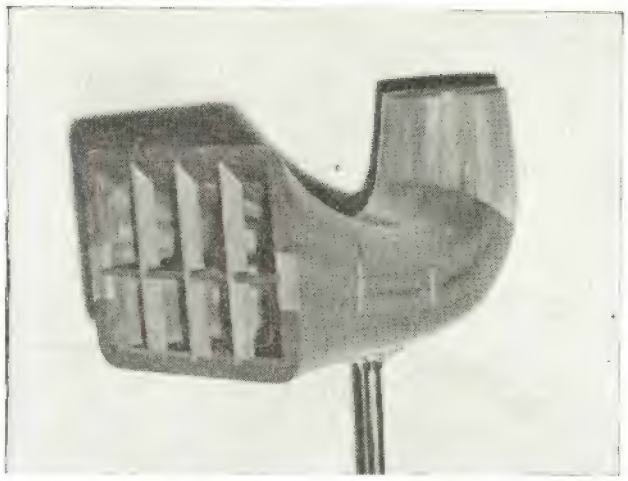


Fig. 3 — Molde do difusor

caudal necessário para a formação de todo o resto do circuito fechado, sem prejuízo do calado de água exigido pelo funcionamento da bomba, recebeu dimensões apropriadas para dar ao conjunto das câmaras e canais, a que serve de suporte, uma posição conveniente para fáceis observações.

A turbina do laboratório é uma turbina hélice de pás fixas, conforme se representa na fig. 5,

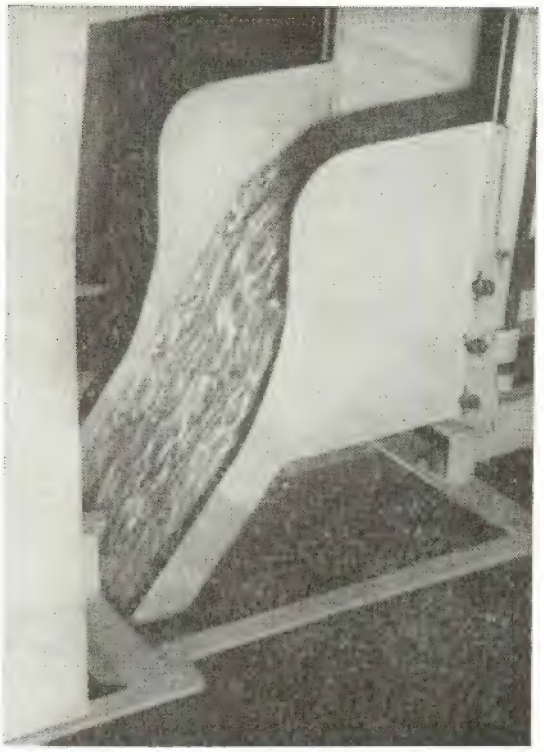


Fig. 4 — Escoamento da água do canal inferior para o depósito geral

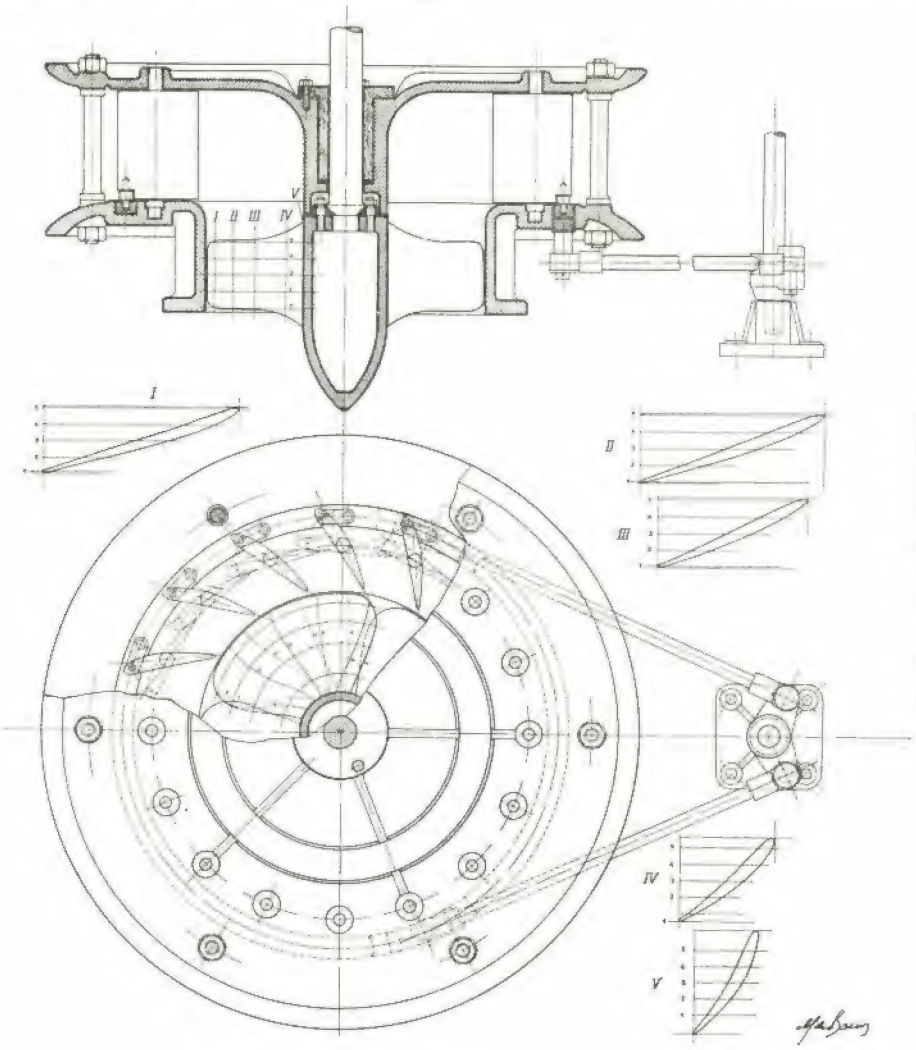


Fig. 5 — A turbina hélice em corte axial e planta, mostrando esta a projecção duma pá da roda com os cortes que serviram para a sua construção.

Perfís das pás em cortes cilíndricos planificados.

em corte axial e em planta. Esta última, num sector também em corte, define os dois órgãos da turbina — o distribuidor e a roda: o distribuidor, porque dá o perfil das directrizes na posição de maior abertura e, a traço interrompido, na posição oposta; a roda, por deixar ver uma pá com as projecções dos cortes efectuados, nas duas faces, por planos transversais, cujos traços aparecem também, com a mesma numeração, no alçado, regularmente distribuídos por toda a altura da pá.

Na carpintaria de moldes, utilizando essas projecções, preparou-se a caixa de machos, fig. 6; e na fig. 7, representam-se dois dos quatros núcleos moldados, na sua exacta posição relativa, deixando entre si a forma das pás, com um perfil, junto ao cubo central, que a gravura permite ver claramente.

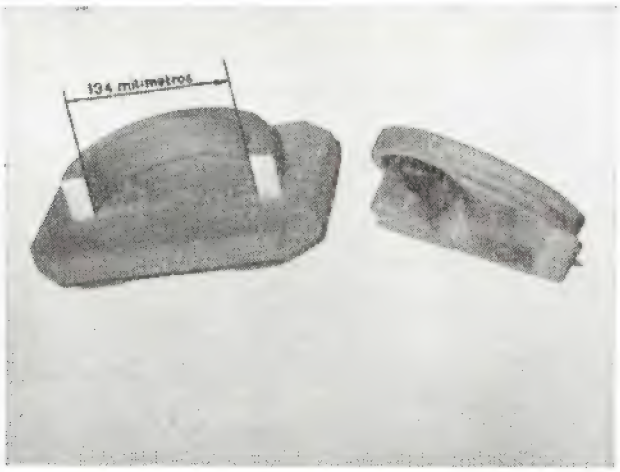


Fig. 6 — Caixa de machos

Este perfil indicado no desenho com o número V pode também reconhecer-se na fig. 8, que mostra a roda no seu aspecto definitivo, com as duas linhas *a* e *b* que o compõem, uma em cada núcleo, visíveis agora no mesmo espaço entre pás: a linha *a* na face anterior da pá I e a linha *b* na face dorsal da pá seguinte, II.

Trabalhando com esta turbina, e apesar das suas reduzidas proporções, o laboratório permite efectuar ensaios que conduzem a valores favoráveis da potência e do rendimento, assim como a variações muito regulares destes parâmetros em função da carga da turbina.

Isto provém de que na roda hélice as pás, como simples superfícies de desvio no vórtice

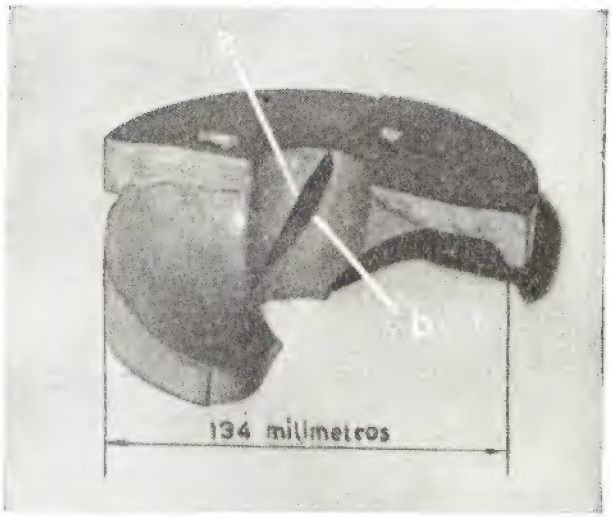


Fig. 7 — Dois machos

que circula através da turbina, podem deixar entre si grandes espaços, ao contrário do que se dá com os outros tipos de reacção.

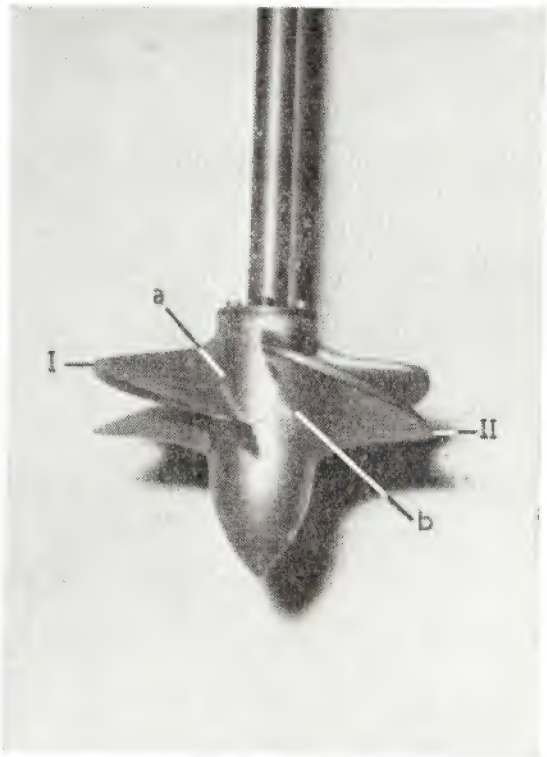


Fig. 8 — A roda hélice

Reduzidas portanto em número, e sem cinta exterior, essas pás compensam, com menores perímetros molhados, as maiores velocidades relativas da água, fazendo diminuir a acção dos

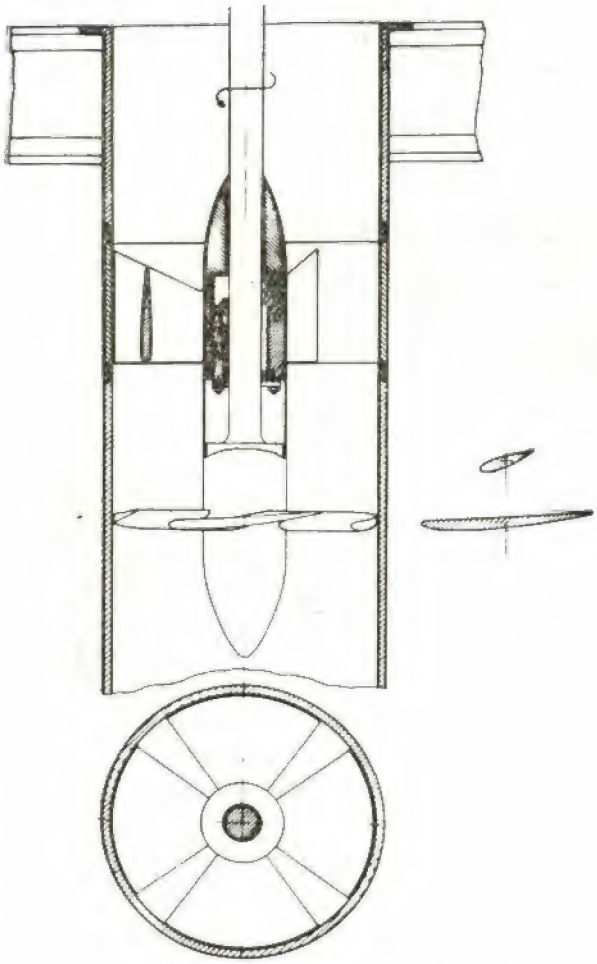


Fig. 9 — Bomba Hélice em alçado e planta. Perfis extremos das pás

atritos, cuja influência, na pequena escala da instalação, se tornaria, pelo contrário, muito exagerada, empregando qualquer outro tipo de roda, com canais de carácter celular e, portanto, grande número de pás. Além de que, neste caso, seria ainda necessário contar com as maiores dificuldades dum fabrico que, pela minúcia, se tornaria quase inexequível.

Não é porém o estudo comparativo dos vários sistemas de turbinas que aqui se pretende realizar.

Nem mesmo isso seria possível em instalação de tão reduzidas proporções. Para generalizar as experiências, tornando-as extensivas a todos os casos, na previsão dum programa de ensino, com a orientação que hoje se requer, será necessário passar a uma escala mais apropriada.

De resto o que se fez não foi mais do que pròpriamente *o ensaio duma instalação de ensaios.*

Provaram-se, neste domínio, possibilidades de execução, atingiram-se bons resultados experimentais, como se conclui dos valores numéricos que adiante se apresentam, e que a todo o tempo se podem confirmar, correspondendo a solicitações que o requeiram; e, com uma realização concreta, prepararam-se de modo concludente, as normas da solução definitiva do problema.

Para alimentar uma turbina-hélice, sem deixar de respeitar a mesma ordem de proporções, só uma bomba do mesmo tipo e, portanto, apropriada para elevar, a pequenas alturas, grandes volumes de água. Como, porém, aqui, a bomba, de pás fixas, fig. 9, gira com uma velocidade constante, resulta que também não varia o volume de água elevado, e é o excesso desse volume, dependente da abertura das directrizes, e diferente de carga para carga, que se faz escoar, logo ao topo da câmara da bomba, por dois descarregadores, fig. 10, evitando-se assim, fora dos regimes das fortes admissões e fracas cargas da turbina, que o nível de montante venha a apresentar grandes variações.

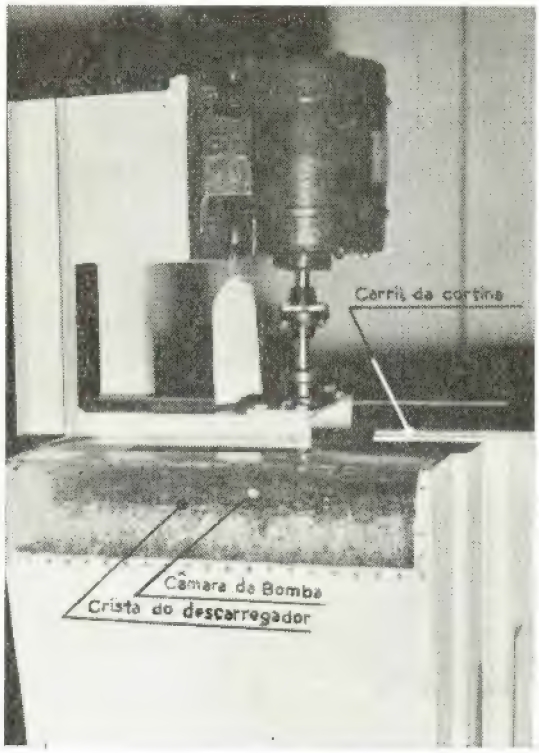


Fig. 10 — Descarregador na câmara da bomba

Ao regressar ao depósito da instalação, esse excesso de água causa perturbações, e para impedir que a bomba, situada entre essas duas descargas, acuse deficiências de funcionamento, pro-

longou-se o tubo em que trabalha a sua roda para uma zona de menor agitação; e, ao mesmo tempo, para melhor garantia de funcionamento, previu-se um filtro de perturbações, ou tranquilizador, constituído por uma simples chapa perfurada que toma toda a largura do referido depósito (ver fig. 2).

É interessante verificar que a ausência desta chapa, estando as directrizes muito abertas e não tendo havido o cuidado de encher devidamente o depósito, dá lugar ao aparecimento de irregularidades que se intensificam até à formação dum redemoinho, acompanhado de fortes ruídos e vibrações do conjunto: o ar, arrastado nesse sorvedouro e misturado com a água, acaba por entrar no tubo de aspiração da bomba, provocando a suspensão do seu funcionamento.

Com a abertura das directrizes levada a valores exagerados, pode provocar-se ainda uma outra ordem de perturbações, mas estas na própria câmara da turbina, tornando a admissão irregular, sobretudo com cargas reduzidas.

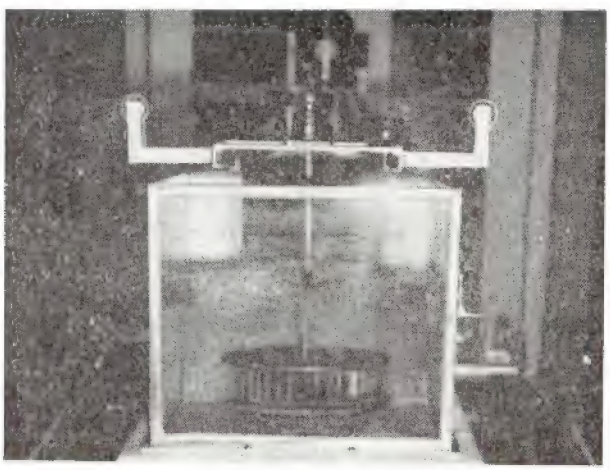


Fig. 11 — Câmara em funcionamento irregular

A corrente invade impetuosamente a câmara, fig. 11, e bolhas de ar, arrastadas pela água, cuja velocidade é maior do que a dessas bolhas no seu movimento ascendente, atravessam a turbina, como se pode confirmar observando pelos visores a saída da roda, onde a massa líquida em escoamento, acentuando o seu aspecto tumultuoso, apresenta grandes soluções de continuidade.

Dando às directrizes posições normais de funcionamento, tudo se regulariza, fig. 12.

Isenta então de bolhas de ar, a corrente retoma a unidade de aspecto e, na observação pelos visores, não se chega mesmo a colher qualquer sensação visual de movimento — o que prova o bom funcionamento da roda, de resto confirmado pelos resultados numéricos dos ensaios que adiante se apresentam.

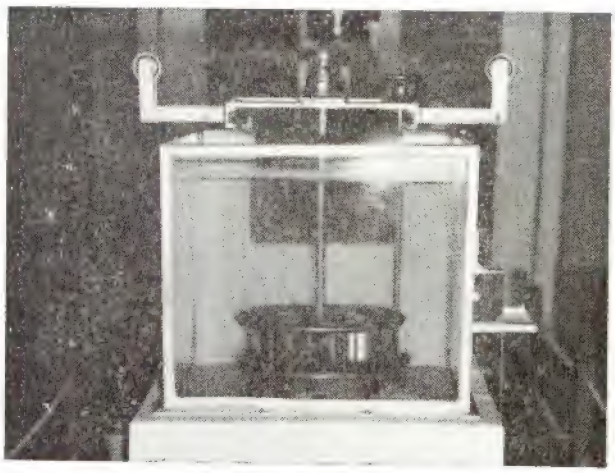


Fig. 12 — Câmara em funcionamento normal

Uma outra verificação experimental a que se pode ainda proceder, independentemente desses ensaios, é a do golpe de ariete.

Quando, por um movimento rápido das directrizes, se passa duma abundante admissão para a posição de fecho da turbina, ou perto dela, provoca-se esse golpe, e uma onda, dirigida de jusante para montante, percorre todo o canal superior até à câmara da bomba, fig. 13.

Para efectuar os ensaios, a instalação está provida de dispositivos que permitem proceder às medições dos quatro parâmetros que interessam:

o caudal
a altura de queda
o número de rotações
e a potência.

O caudal é medido pelo processo laboratorial da «cortina» que, pelo seu rigor, pode servir para aferir os restantes processos, de aplicação industrial.

Um diafragma, fig. 14, cujo contorno se ajusta à secção transversal do canal superior com a interposição apenas do jogo indispensável para o seu livre movimento, está suspenso dum dispositivo em forma de T — o carro da cortina — apoiado por três rodízios aos carris que assentam nos bordos desse canal.

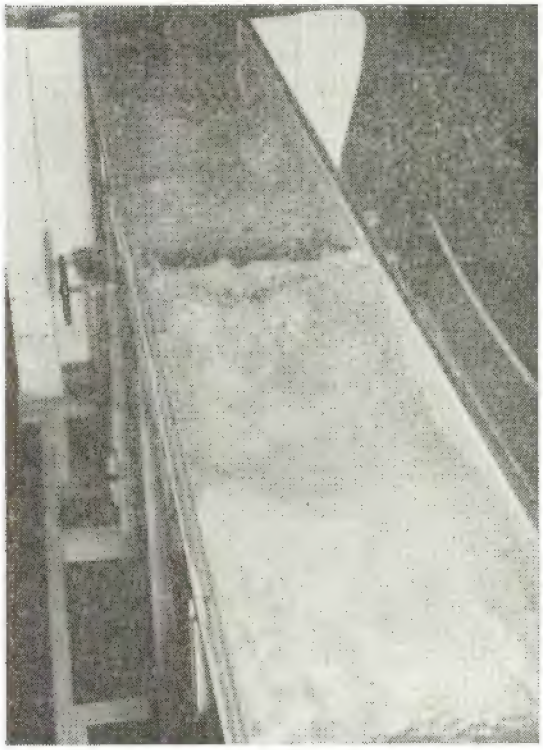


Fig. 13 — Golpe de ariete

Fig. 15 — Cortina em funcionamento

O diafragma mergulha na corrente e desloca-se com ela, fig. 15, fazendo registar num polígrafo, fig. 16, os instantes de passagem por contactos eléctricos, dispostos a distâncias conhecidas ao longo dum dos bordos do canal.

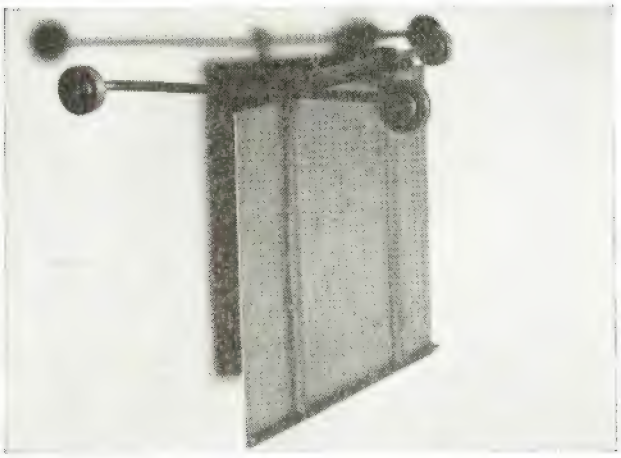


Fig. 14 — Cortina para a medição do caudal

E, obtidos assim os elementos que permitem determinar a velocidade média da corrente numa secção transversal, completam-se as observações necessárias para conhecer o volume de água escoado, lendo a indicação dada por um tubo de nível numa escala cuja origem coincide com a base do canal, fig. 17.

Este mesmo tubo num jogo de escalas de origem comum, em que também se lê o nível da água no canal inferior, habilita a conhecer a altura de queda. O número de rotações é dado por um conta-voltas que se aplica à extremidade do veio motor, fig. 18. E para medir a potência efectiva utiliza-se um freio de Prony.

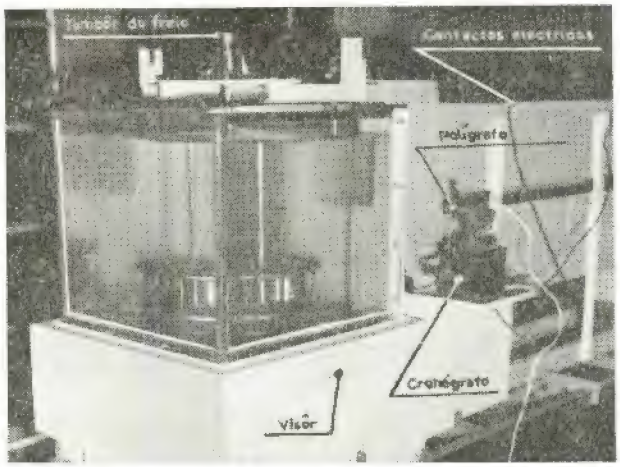


Fig. 16 — Polígrafo

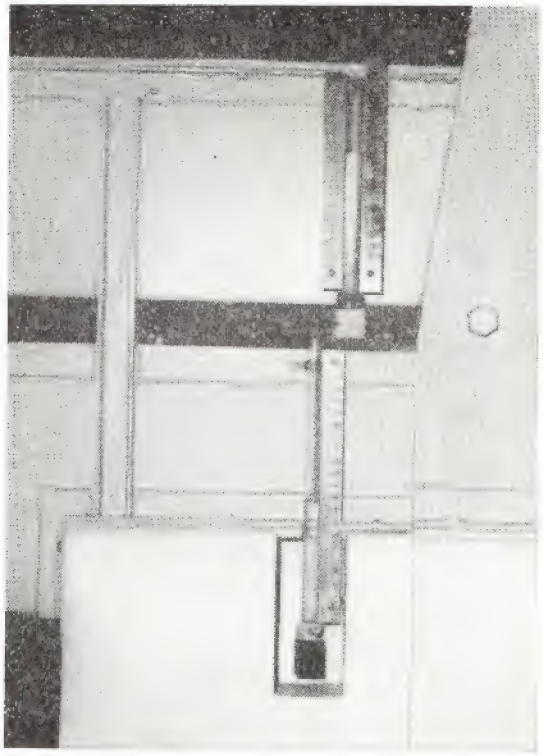


Fig. 17 — Niveis

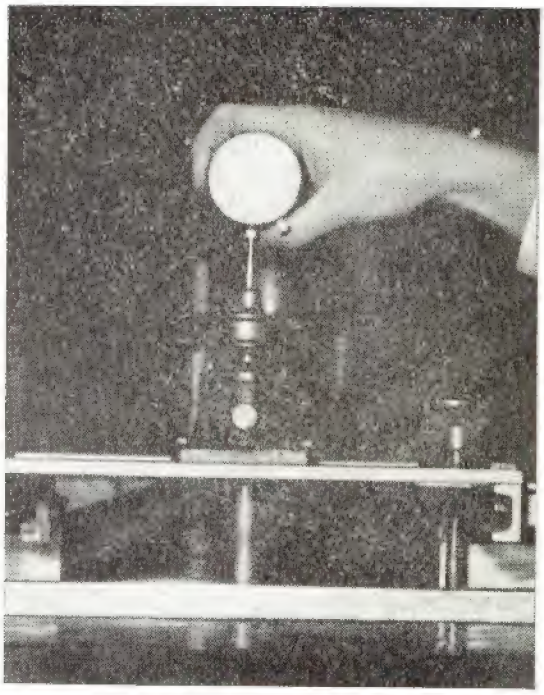


Fig. 18 — Conta-rotações e freio

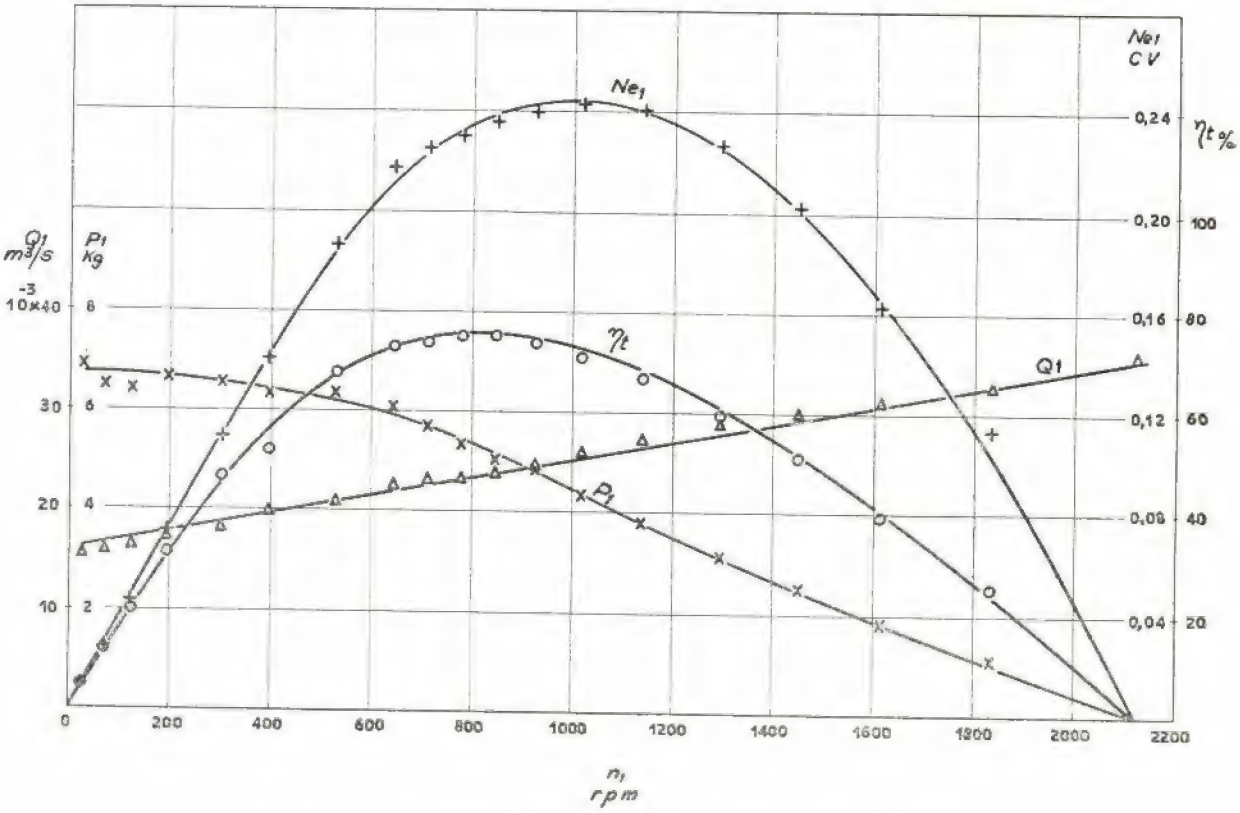


Fig. 19 — Diagrama dos parâmetros caracteristicos, para a abertura I

MAGUE

CONSTRUÇÕES METALO-MECÂNICAS MAGUE, L.DA

(S. E. MONIZ DA MAIA & VAZ GUEDES, L.DA)

Alverca — Portugal

Guindastes Portuários, eléctricos de 5 t/16 m de alcance destinados ao Porto do Lobito (Angola)
Montagem para ensaio em fábrica de dois dos quatro guindastes do fornecimento

PROJECTO E FABRICO DE

PONTES ROLANTES

GUINDASTES

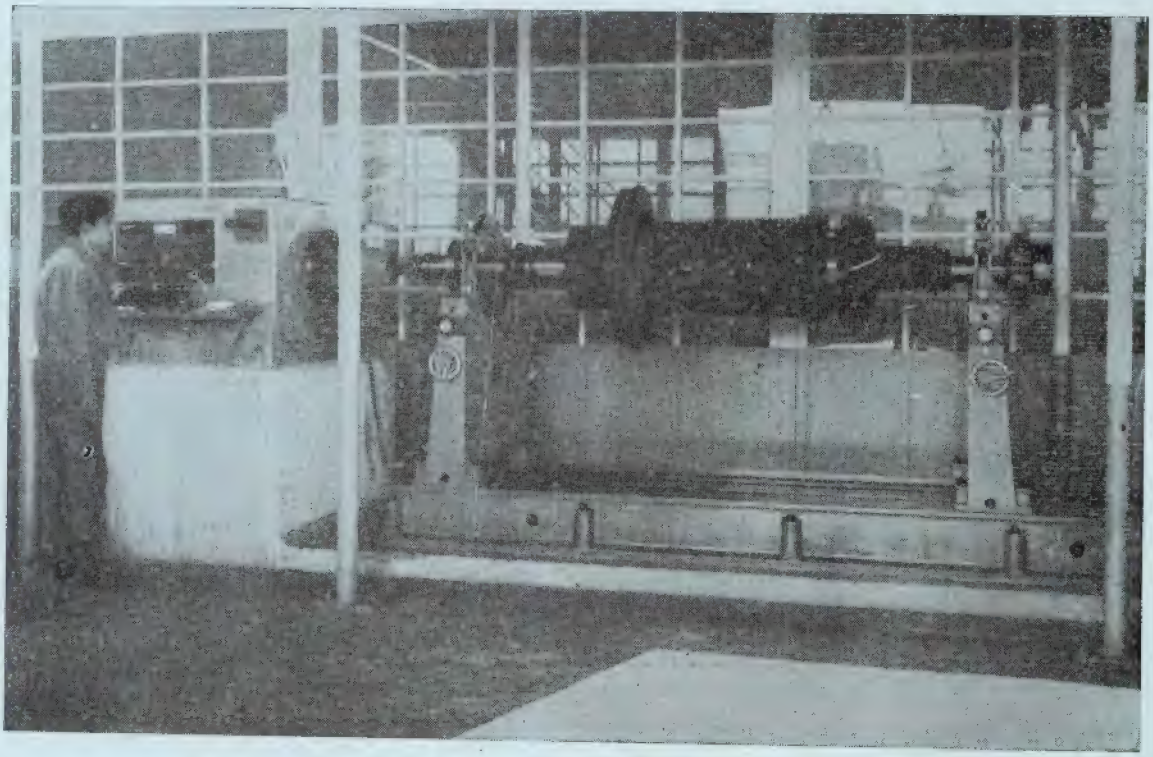
GRUAS, DERRICKS E GUINCHOS

APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

CONSTRUÇÕES METÁLICAS PESADAS

A COMPANHIA UNIÃO FABRIL

põe à disposição dos seus clientes no Estaleiro Naval:



— Uma oficina de Ensaios e Reparação Diesel

— Uma máquina electrodinâmica de equilibragem para rotores de 30 a 3000 Kgs. — 2 M. de diâmetro máximo — 3,420 m. entre apoios.

ROCHA DO CONDE DE ÓBIDOS

LISBOA

Telef. 66 21 48

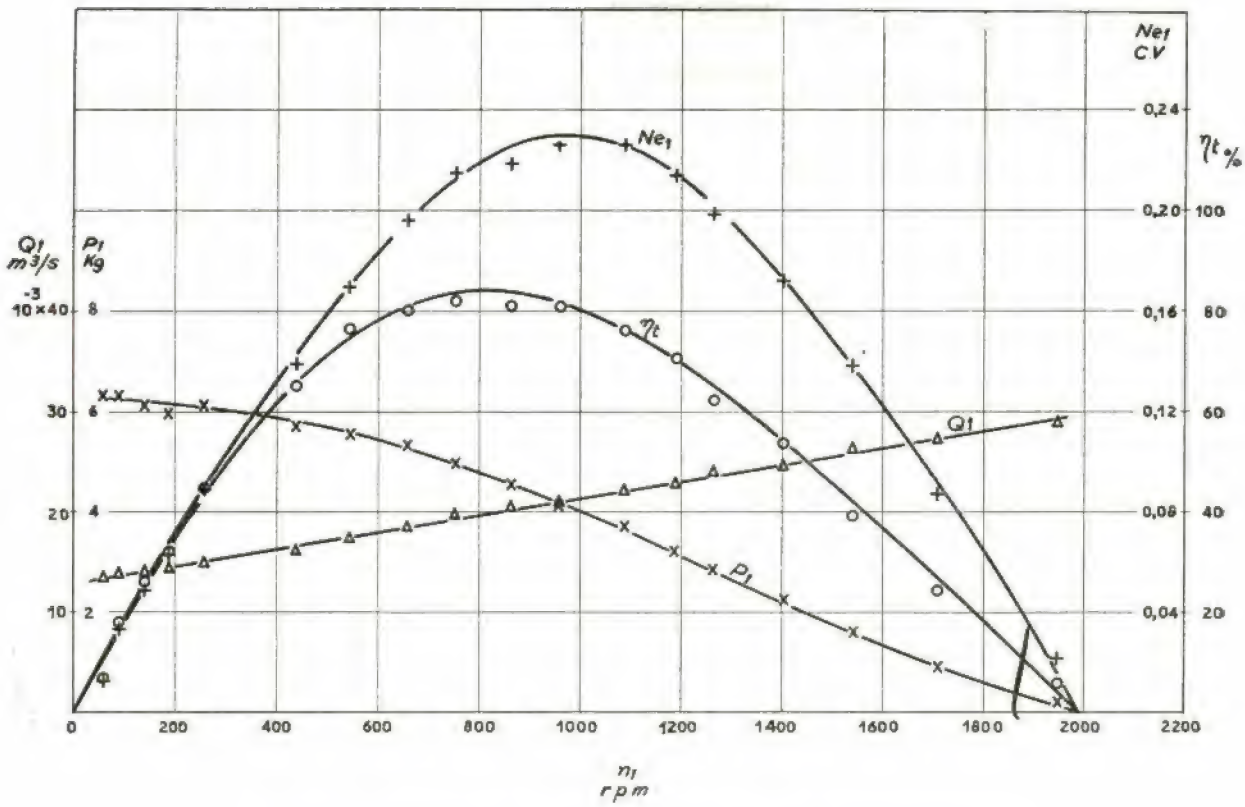


Fig. 20 — Diagrama dos parâmetros característicos, para a abertura II

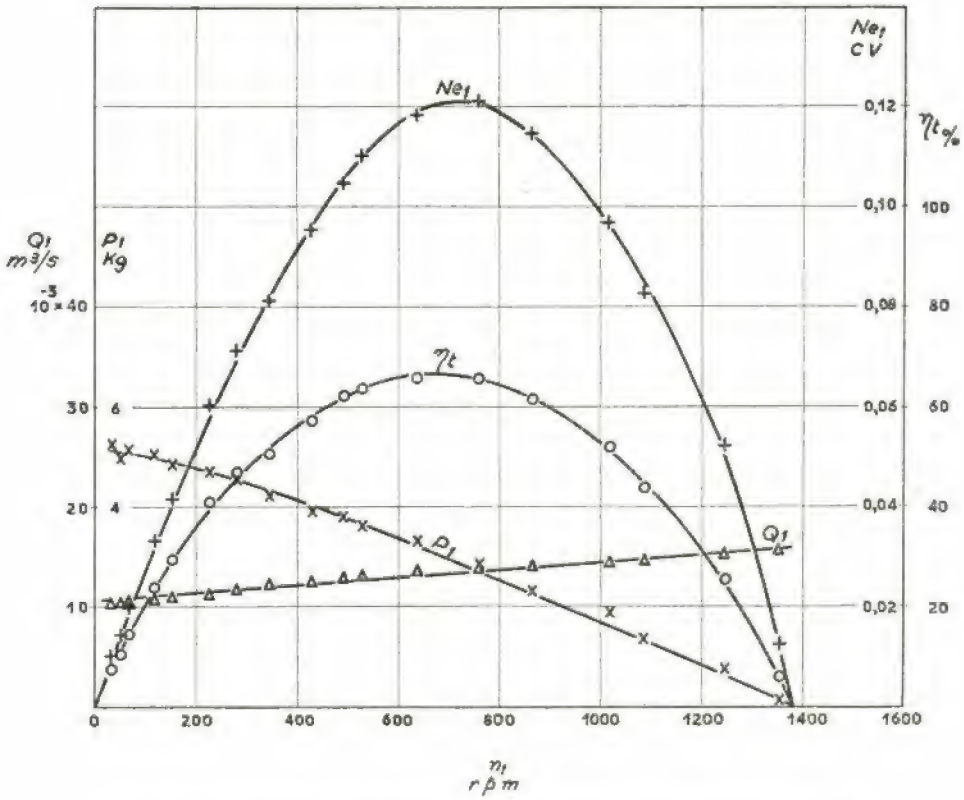


Fig. 21 — Diagrama dos parâmetros característicos, para a abertura III

Os pesos aplicados às extremidades do fio que se enrola no tambor do freio, dão, pela sua diferença, a força tangencial que cria nesse tambor o momento resistente.

As experiências foram realizadas para quatro aberturas das directrizes, e para cada abertura fez-se variar a carga do freio, desde a marcha em vazio até à travagem da turbina — tendo-se anotado os resultados num quadro geral de valores numéricos.

Registaram-se em cada ensaio, numa coluna de *«medições»*, a altura de queda H, a altura da água no canal superior h, a velocidade da cortina v, o número de rotações por minuto n, e, finalmente, as cargas T e T' aplicadas aos pratos do freio.

Com estes dados calcularam-se em seguida os valores que preenchem a coluna dos *«resultados reais»*, constituidos pela força tangencial P, o caudal Q, a potência disponível N_d e a potência efectiva N_e, e ainda o rendimento efectivo ou total n_t.

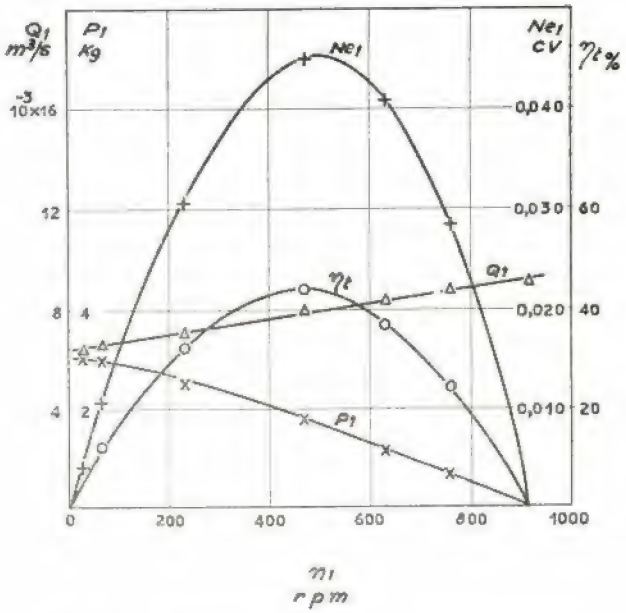


Fig. 22 — Diagrama dos parâmetros característicos para a abertura IV

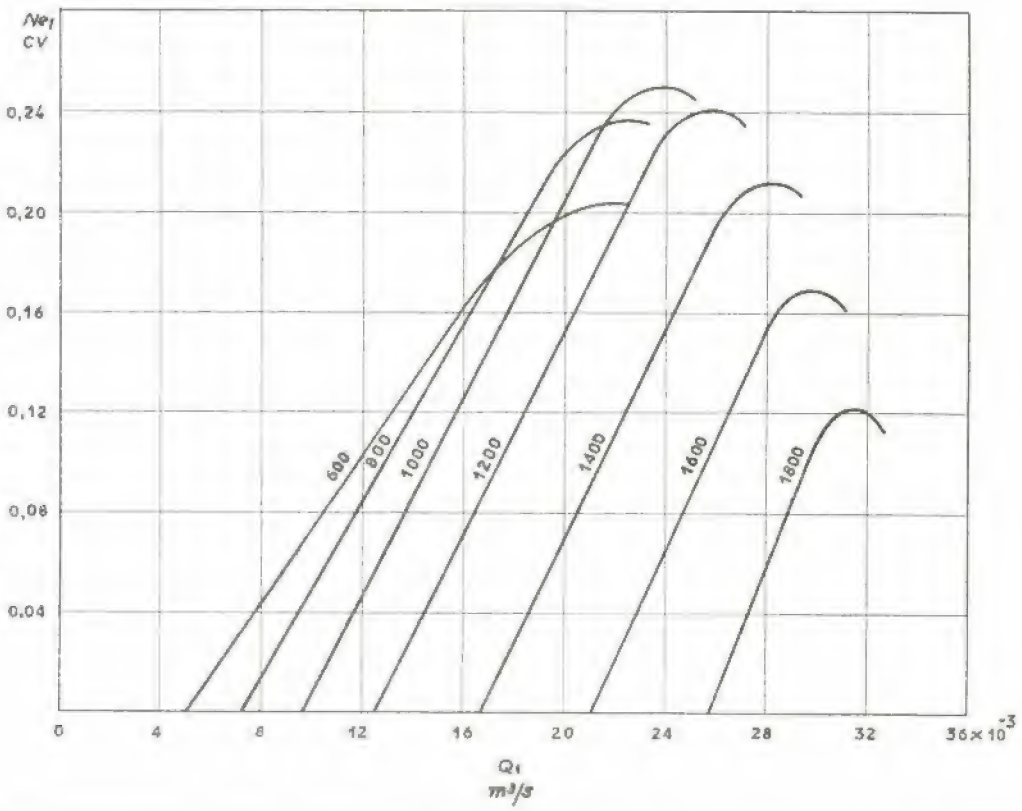


Fig. 23 — Curvas da potência efectiva em função do caudal, para os números de rotações indicados

É oportuno referir neste passo quais os melhores valores que se obtiveram; a potência máxima foi de 0,^{cv}0376 e o rendimento mais favorável atingiu 81,8 %.

Para ter resultados comparáveis e tornar pos-

	Medições						Resultados reais					Resultados reduzidos a H = 1 m			
	H x 10^{-3} m	h x 10^{-3} m	v x 10^{-3} m/s	n rpm	T kg	T' kg	P kg	Q x 10^{-5} m^3/s	N_d x 10^{-5} CV	N_e x 10^{-5} CV	η_t %	P_1 kg	Q_1 x 10^{-5} m^3/s	Ne_1 x 10^{-5} CV	n_1 rpm
I	216	80	828	980	0	0	0	1654	4770	0	0	0	3560	0	2120
	230	85	736	880	0,255	0	0,255	1564	4850	1252	25,8	1,108	3258	11330	1833
	252	97	642	810	0,455	0	0,455	1558	5230	2060	39,4	1,805	3100	16250	1611
	261	106	576	740	0,655	0	0,655	1525	5310	2700	50,9	2,510	2985	20250	1446
	270	113	529	670	0,855	0	0,855	1495	5380	3190	59,4	3,165	2870	22700	1290
	278	119	478	600	1,055	0	1,055	1422	5280	3530	66,9	3,795	2700	24100	1137
	283	122	450	540	1,255	0,040	1,215	1373	5180	3660	70,7	4,290	2580	24310	1015
	287	124	422	495	1,455	0,120	1,335	1309	5000	3690	73,7	4,815	2440	24000	923
	290	125	406	455	1,655	0,200	1,455	1269	4910	3690	75,1	5,020	2360	23600	844
	293	127	395	420	1,855	0,290	1,565	1253	4900	3670	74,9	5,340	2316	23100	777
	295	128	379	385	2,055	0,370	1,685	1245	4900	3620	73,8	5,715	2295	22600	709
	297	129	378	350	2,255	0,450	1,805	1223	4840	3520	72,8	6,080	2240	21750	641
	302	131	347	290	2,455	0,540	1,915	1138	4580	3100	67,6	6,330	2065	18650	528
	311	135	326	220	2,655	0,690	1,965	1099	4660	2410	51,8	6,320	1963	13880	395
	319	138	295	170	2,855	0,770	2,085	1019	4250	1980	46,5	6,540	1800	10900	301
	323	139	281	110	3,055	0,910	2,145	976	4200	1315	31,3	6,640	1720	7160	194
	327	141	264	70	3,255	1,170	2,085	931	4060	814	20,0	6,380	1624	4350	122
	329	142	255	40	3,355	1,230	2,125	905	3980	474	11,9	6,460	1576	2510	70
	330	143	248	15	3,605	1,340	2,265	887	3900	189	4,9	6,870	1542	1000	26
	275	115	526	1025	0,055	0	0,055	1511	5540	310	5,6	0,200	2880	2150	1950
	282	121	475	910	0,255	0	0,255	1438	5400	1300	24,1	0,904	2710	8690	1713
	288	126	452	830	0,455	0	0,455	1425	5470	2140	39,1	1,580	2627	13830	1543
	294	129	406	749	0,655	0	0,655	1310	5130	2740	53,5	2,225	2436	17180	1404
	296	131	397	690	0,855	0,010	0,845	1300	5160	3200	62,0	2,855	2385	19830	1266
	297	132	375	650	1,055	0,105	0,950	1237	4900	3450	70,5	3,200	2270	21380	1192
	301	134	361	600	1,255	0,140	1,115	1209	4920	3740	76,0	3,705	2200	22610	1091
	305	135	338	530	1,455	0,190	1,265	1140	4630	3740	80,8	4,150	2065	22600	960
	310	138	327	480	1,655	0,250	1,405	1127	4650	3760	80,8	4,530	2025	21830	864
	311	139	318	420	1,855	0,310	1,545	1080	4480	3710	81,8	4,970	1939	21420	754
	315	140	292	370	2,055	0,390	1,665	1023	4300	3440	80,0	5,290	1826	19480	660
	319	141	274	310	2,255	0,490	1,765	966	3990	3050	76,5	5,530	1708	16900	548
	326	143	256	250	2,455	0,600	1,855	916	3990	2590	65,0	5,690	1605	13920	438
	334	146	234	150	2,855	0,810	2,045	855	3810	1710	44,9	6,120	1478	8880	259
	337	147	224	110	3,055	1,050	2,005	824	3720	1230	32,1	5,960	1417	6290	189
	339	148	218	82	3,255	1,190	2,065	807	3650	950	26,0	6,115	1385	4800	140
	342	149	214	53	3,455	1,260	2,195	798	3640	650	17,8	6,320	1363	3250	91
	342	149	206	35	3,655	1,360	2,195	768	3520	230	6,5	6,320	1312	1150	60
III	331	143	251	780	0,055	0	0,055	896	3960	239	6,0	0,166	1555	1255	1256
	334	144	243	709	0,255	0	0,255	876	3910	1010	25,6	0,764	1515	5230	1249
	335	145	231	630	0,455	0	0,455	838	3740	1600	43,8	1,358	1445	8250	1087
	335	146	228	520	0,655	0,010	0,645	833	3600	1870	52,0	1,925	1437	9650	1020
	334	147	220	500	0,855	0,060	0,795	809	3600	2210	61,5	2,310	1400	11450	866
	334	147	219	440	1,055	0,100	0,955	805	3580	2340	65,4	2,860	1370	12120	761
	336	148	211	370	1,255	0,140	1,115	781	3500	2300	65,7	3,230	1345	11820	638
	339	149	203	308	1,455	0,230	1,225	756	3420	2170	63,5	3,615	1297	10980	529
	340	149	198	288	1,555	0,260	1,295	738	3350	2080	62,1	3,810	1262	10470	493
	343	150	194	251	1,655	0,300	1,355	728	3330	1890	57,0	3,950	1241	9510	429
	345	151	187	202	1,855	0,400	1,455	705	3240	1640	50,5	4,215	1198	8090	344
	348	152	177	166	2,055	0,480	1,575	672	3120	1460	46,7	4,520	1139	7110	281
	350	153	171	135	2,255	0,610	1,645	654	3030	1240	40,9	4,700	1103	5990	228
	352	153	167	91	2,455	0,750	1,705	643	3020	865	29,4	4,840	1081	4140	153
	353,5	154	162	70	2,655	0,870	1,785	624	2940	697	23,7	5,050	1048	3320	117
	354,5	154,5	160	40	2,855	1,020	1,835	618	2920	410	14,0	5,180	1036	1940	67
	355,5	154,5	158	30	3,055	1,280	1,775	611	2890	298	10,3	5,000	1023	1405	50
	355,5	154,5	157	20	3,255	1,380	1,875	607	2870	209	7,3	5,270	1016	987	33
IV	341	170,5	123,6	535	0	0	0	527	2390	0	0	0	900	0	915
	342	171	119	438	0,255	0,025	0,230	509	2320	562	24,2	0,673	870	2810	748
	342	172	115	370	0,455	0,060	0,395	494	2250	815	36,2	1,155	846	4070	633
	343	172,5	106,8	274	0,655	0,040	0,615	460	2100	909	43,3	1,793	785	4530	468
	345	173	97	136	0,855	0,035	0,820	420	1930	622	32,2	2,478	713	3060	231
	347	173,5	89,2	39	1,055	0,025	1,035	387	1790	221	12,3	2,982	656	1080	66
	349	174	85,7	15	1,105	0,040	1,065	373	1730	89	5,1	3,051	631	422	25

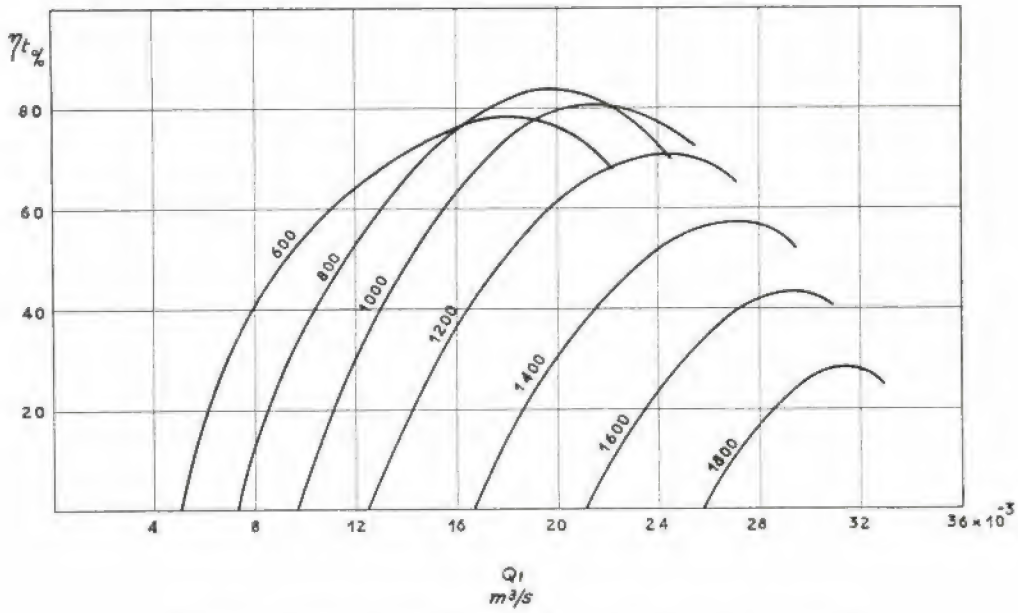


Fig. 24 — Curvas de rendimento efectivo em função do caudal, para os números de rotações indicados

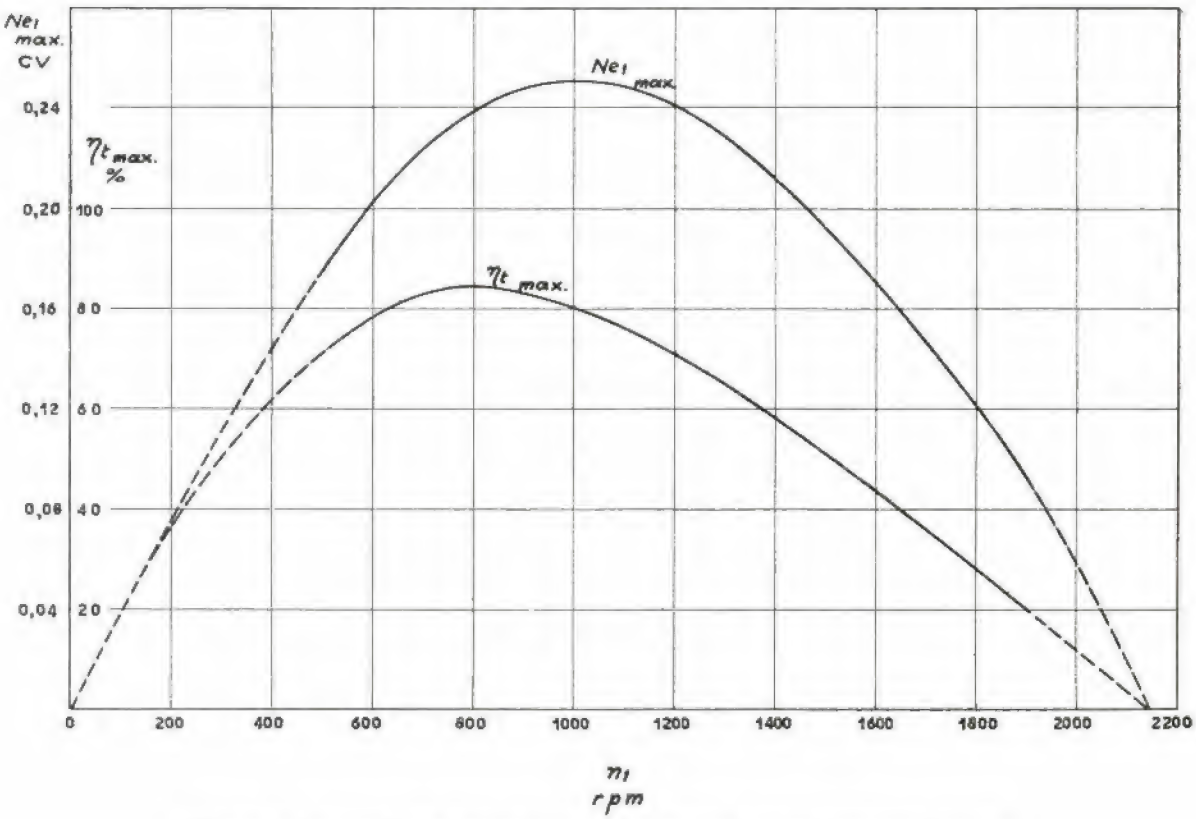


Fig. 25 — Curvas dos valores máximos da potência e rendimento efectivos

sível a sua interpretação, reduziram-se as grandesas calculadas anteriormente à altura de queda de 1 metro, e, numa terceira coluna registaram-se os valores da força tangencial P_1, do caudal Q_1, da potência efectiva N_{e1} e do número de rotações por minuto n_1.

Em função deste último parâmetro, tomado como abscissa, traçaram-se, para cada abertura das directrizes, as curvas da variação de P_1, Q_1, N_1 e η_t figs. 19, 20, 21 e 22.

E com os elementos fornecidos por estas curvas construiram-se em seguida os *diagramas de*

funcionamento ou *de serviço* que exprimem gràficamente a variação da potência efectiva e respectivo rendimento em função do caudal.

Estas curvas foram traçadas admitindo sucessivamente como números de rotações de serviço: 600, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 e 1800, figs. 23 e 24.

Os valores máximos das curvas anteriores habilitam finalmente a conhecer *as curvas de potência máxima* e *rendimento máximo* em função do número de rotações, fig. 25.

Terminando as considerações que se deixam expostas e aproveitando esta oportunidade, apresenta-se aqui um sincero e vivo agradecimento às entidades que com elevado espírito de benemerência e clara compreensão dos problemas do ensino, tornaram possível a construção deste laboratório.

Citam-se a seguir os nomes dessas entidades e respectivas colaborações:

Assim:

o *Serviço de Torpedos de Vale de Zebro* contribuiu com o fabrico da roda hélice;
o *Laboratório Nacional de Engenharia Civil* com o bloco de cimento que serve de base à câmara da turbina, e no qual foi esvaziado o difusor;
o *Aquário Vasco da Gama* com as três faces de cristal da mesma câmara;
a *Casa Alfredo Alves* com a construção do distribuidor de pás móveis;
e, finalmente, o *Arsenal do Alfeite* com a execução do depósito geral, dos canais, da câmara da bomba, e ainda toda a montagem e acabamento.

JORNADAS DE AQUECIMENTO, VENTILAÇÃO E AR CONDICIONADO

A pedido do «Institut Technique du Bâtiment e des Travaux Publics» voltamos a informar que as «Journées de Chauffage, Ventilation et Conditionnement de l'Air» se realizam em Paris nos dias 25, 26, 27 e 28 de Maio de 1959.

É o seguinte o plano de conferências:

1 — Aquecimento e ventilação nos estabelecimentos escolares
2 — Aquecimento a gás
3 — Radiadores e convectores
4 — Estudos e pesquisas.

Os pedidos de participação devem ser dirigidos ao «Institut Technique du Bâtiment e Travaux Publics» em Paris que organiza as jornadas.

CONGRESSO INTERNACIONAL DE FUNDIÇÃO

Informamos a pedido do «Instituto del Hierro y del Acero» que o 26.º Congresso Internacional de Fundição e a IV Assembleia Geral se realizam durante os dias 4 — 10 de Outubro de 1959.

O programa, ainda provisório, compreende:

— Inauguração das novas instalações do Instituto do Ferro e Aço na Cidade Universitária
— Apresentação e discussão de comunicações
— Reuniões das Comissões Internacionais de Fundição
— Conferências Técnicas.

COMISSÃO INTERNACIONAL DAS GRANDES BARRAGENS

A pedido da Comissão Nacional Portuguesa, damos conhecimento de que a «Commission Internacionale des Grands Barrages» acaba de pôr à venda o «Dictionnaire Technique des Barrages», em 6 línguas, e que os pedidos devem ser feitos por intermédio da referida Comissão Nacional.

TEODOLITOS

CONSTRUÇÃO DR. H WILD

DK 2
DKM 2
DKM 2-U
DKM 2-T

SÃO DE LONGE O QUE DE MELHOR SE FABRICA EM TODO O MUNDO!

Precisão inexcedível
Manejo facílimo
Construção robusta
A óptica mais luminosa

Aumento da luneta 30×, abertura da objectiva	45 mm
Focagem mínima a	1,4 m
Focagem máxima para leitura dos mm na mira	230 m
Idem para leitura dos cm	500 m
Constante de multiplicação 100, e de adição	0
Peso do equipamento com tripé extensível, sómente . . .	10,9 Kg

KERN & CIE. S. A. AARAU — Suíça

REPRESENTANTES

EMÍLIO DE AZEVEDO CAMPOS & Ca. Lda.

RUA DE SANTO ANTÓNIO, 137-145 — PORTO — TEL. 20254/5
RUA ANTERO DE QUENTAL, 17-1.º — LISBOA — TEL. 53366

NOTA — Os teodolitos «KERN» não são aparelhos repetidores, mas sim teodolitos de círculo-duplo, oferecendo portanto maior precisão e um trabalho muito mais simples e mais rápido.

UNILENE

Os tubos de polietileno «UNILENE», os seus acessórios de plástico «UNI-PLAST» e o seu processo de montagem e soldadura estão aprovados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil, para:

CANALIZAÇÕES DE ÁGUA — Proc. 217-III

E

CANALIZAÇÕES DE ESGOTO DOMÉSTICO — Proc. 228-III

UNILENE

UNISOTRA

SOCIEDADE FABRIL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS

PORTO
RUA DO HEROÍSMO, 291
Telef. 5 26 71

LISBOA
RUA DA EMENDA, 19
Telef 2 04 48

COIMBRA
AV. FERNÃO DE MAGALHÃES, 282
Telef 2 69 84

C. D. U. 69.007.0

A preparação profissional na industrialização da construção civil (*)

PELO ENG.º MANUEL BRAVO

1.º Assistente do Instituto Superior Técnico — Engenheiro-Chefe da Sociedade de Construções Amadeu Gaudêncio, Ld.ª — Lisboa

I) Generalidades

A primeira dúvida que nos ocorre é saber aquilo que se considerará como a industrialização da construção civil.

Decerto que o termo se aplicará à industrialização desejavel, e não meramente à capacidade industrial de determinada época económica em que o problema seja abordado.

É também difícil individualizar o problema da industrialização da construção civil, pois que o mesmo se encontra inserido numa série de dependências: económicas, profissionais, morais e muitas outras de complexa destrinça, pelo que se antevê a impossibilidade de praticar ou recomendar soluções que possam merecer um julgamento próximo da unanimidade, ou mesmo maioritário.

A construção civil, e em grande escala, a habitação, perdem o rasto na poeira dos tempos para se lhes buscar a origem.

Juntamente com a agricultura, foi uma das primeiras preocupações do agregado humano, pelo que a prática das suas diversas profissões, através da história, estabeleceu «escolas» ou práticas, que se transmitiam de geração para geração.

As condições locais, quer pelo que respeitava aos materiais disponíveis, quer pelo que dependia do clima, serviram para enraizar toda uma tradição de técnicas, ou «regras da arte» pelo que, a aplicação de tudo o que diz respeito aos seus domínios, nem sempre tem acompanhado o progresso revelado pela humanidade em conquistas muito mais recentes.

A tradição pesa, principalmente quando se dá um desvirtuamento nas técnicas de aplicação, em artes que se vão transmitindo de geração para geração, de região para região, e em que as possibilidades, quer em mão-de-obra quer em materiais e técnicas disponíveis se vão modificando ao longo dos tempos.

A introdução de novos materiais e de novas técnicas, acompanhados com o surto industrial de outros ramos, não contribuiram para simplicar o problema, que se pode considerar como dependente de inúmeros factores, já anteriormente citados.

Não admira, portanto, que se preveja forte reacção de determinados factores, se a solução preconizada impedir a forma arbitrária como até agora a indústria vem sendo exercida.

Até hoje a indústria da construção civil tem sido uma indústria de aplicação de capitais, onde estes têm podido obter uma margem largamente remuneradora, comparada com as outras formas de actividade.

Por conseguinte, o problema da habitação, que preocupa e aflige largas camadas da população, está longe de poder obter uma solução que interesse sob o ponto de vista nacional, e por outro lado, a indústria, cuja euforia é baseada mais na quantidade da procura do que na qualidade da oferta, virá a correr o risco de malbaratar as suas possibilidades se não preparar os meios que constituiriam a sua melhor defesa, em futuro mais ou menos próximo.

Por outras palavras, devido à facilidade com que tem vivido, a indústria não tem preparada a sua mão-de-obra, nem a sua técnica, para

(*) Comunicação apresentada ao colóquio sobre construção civil, integrado no Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências. — Madrid — Nov. 1958.

poder competir, no futuro, de acordo com normas que, certamente, mais tarde ou mais cêdo terão de vigorar em defesa do bem comum.

Este problema não toma a acuidade daqueles que estão dependentes de técnicas relativas a indústrias de competição com indústrias estrangeiras. Para este último caso, compreender-se-á que a indústria se terá de estabelecer em termos de competição ou não sobreviverá.

Ora, a indústria da construção civil, a esse respeito tem descansado demais, e como as habitações se não exportam em escala de concorrência, o abaixamento do nível da prática da indústria custará à economia nacional, aquilo que ficaria disponível para outros fins.

Não se pense, todavia, que tal ponto de vista cercearia as possibilidades da indústria ou a sua justa retribuição.

Esta, que terá de ser sempre compensadora, em nada sofrerá, se aumentar a sua racionalização, modernizando-se em grande escala, e atendendo e compreendendo os progressos e responsabilidades que dimanam da grandeza da tarefa que lhe incumbe desempenhar. Para isso é necessário desenvolver o ensino das profissões ligadas à indústria e facilitar o crédito a longo prazo, barateando-o.

II) Distribuição da mão de obra em Portugal

No mercado da mão de obra, não se pode fazer uma separação nítida, entre a que se dedica à construção civil e aquela que se ocupa das obras públicas.

Pelo que respeita à qualidade, não difere, pois o pessoal se recruta quase sempre entre os mesmos, à excepção das zonas rurais, em que a emigração da mão de obra não especializada se faz ao sabor das necessidades sazonais.

Nas zonas urbanas, a construcão civil permite abrigar das intempéries, pessoal que de outra forma não se poderia dedicar a certos tipos de obras públicas.

Por outro lado, e ligados a estas indústrias, encontram-se outras que para ela trabalham ou total ou parcialmente, tais como as das : Pedreiras (incluindo os areeiros); a da cerâmica; a dos Cimentos e a dos Vidros.

Segundo o Anuário Estatístico a população do Continente e Ilhas, distribuiu-se do seguinte modo (*):

Ano	População
1864	4.188.410
1878	4.550.699
1890	5.049.729
1900	5.423.132
1911	5.960.056
1920	6.032.991
1930	6.825.883
1940	7.722.152
1950 (**)	8.441.312

Relativamente a 1950, a população com idade superior a 12 anos era de 6.014.072, a qual tinha a seguinte distribuição:

População activa	5.998.923
Com profissão	3.196.482
Com ocupação	2.802.441
Desempregada	91.970
Inválida	123.611
Inactiva	230.887

Ainda relativamente a 1950, a distribnição da população por profissões fazia-se do seguinte modo: Do total de 3.196.482, 2.471.847 eram homens e 724.635 eram mulheres, assim repartidos: (H = homens; M = mulheres)

1 — Agricultura, silvicultura caça e pesca	H. M.	1.569.120	— 49,0 %
	H.	1.329.641	
	M.	239.479	
2 — Industrias transformadoras (***)	H. M.	592.778	— 18,6 %
	H.	422.141	
	M.	170.637	
3 — Serviços de administração pública, de interesse geral, pessoais e actividades mal definidas	H. M.	503.960	— 15,9 %
	H.	234.328	
	M.	269.632	
4 — Comércio e Seguros	H. M.	227.674	— 7,1 %
	H.	195.253	
	M.	32.421	

(*) População presente.

(**) Em 1950, a população residente era de 8.510.240.

(***) Compreende: Alimentação, tabaco, têxteis, calçado vestuário e têxteis em obra, madeira, cortiça, mobiliário, papel, cartão e gráficos, coiros e peles, química dos minerais não metálicos, dos metais e da construção de máquinas, material de transporte e diversos.

5 — Construções e obras públicas	H. M.	154.685 —	4,8 %
	H.	153.622	
	M.	1.063	
6 — Transportes e comunicações	H. M.	107.326 —	3,5 %
	H.	99,697	
	M.	7.629	
7 — Indústrias extractivas	H. M.	25.075 —	0,8 %
	H.	23.445	
	M.	1.630	
8 — Indústrias relacionadas com os Serviços Públicos	H. M.	9.922 —	0,3 %
	H.	9.497	
	M.	425	

Se atendermos à mão de obra aplicada a indústrias transformadoras que trabalham total ou parcialmente para a construção civil e obras públicas, teríamos, em 1950.

Industrias transformadoras: 592.778

Cerâmica: 12.922
Cimento: 2.243
Vidros: 6.080
} 21.245 = 3,6 %

Industrias extractivas: 25.075

Pedreiras: 5.543 = 22 %

o que equivaleria, na hipótese de o pessoal destas industrias se aplicar na totalidade a actividades respeitantes à construção civil e obras públicas, a corrigir a percentagem anterior de 4,8 % para:

$$4{,}8 + 18{,}6 \times 0{,}036 + 0{,}8 \times 0{,}22 = 5{,}65\ \%$$

Nestes ramos de actividade, por géneros de ocupação, a distribuição faz-se do seguinte modo: (Quadros I, II e III) para um total de 3.196.482 elementos activos: (1950).

Justifica-se, portanto, a conhecida afirmação de o país ser *essencialmente agrícola, quanto à forma de ocupação.*

Com efeito, a agricultura, silvicultura, caça e pesca, ocupam a maior parte da população: 49 % (1.563.915 em 3.196.482), avultando ainda, em posições isoladas relativas, no patronato (58,9 %), nos isolados (67,92 %), nos assalariados (54,57 %) e nas pessoas de família (87,24 %).

Por outro lado, a construção civil e obras públicas têm um patronato ocupando 1,72 % relativamente aos patronatos das outras indústrias e 1,03 % relativamente aos isolados, com a posição de 2,68 % e 2,11 % quanto a patrões e isolados, relativamente à própria indústria.

Esta baixa proporção, relativamente às outras formas de actividade, poderá explicar, junta-

QUADRO I

	A	B	C	D	E
	Patrões	Isolados	Empregados	Assalariados	Pessoas de Família
1) Agricultura, silvicultura, caça e pesca	142.131	297.642	83.635	866.957	173.550
2) Indústrias transformadoras	36.890	57.528	70.642	410.162	14 488
3) Serviços de Ad. Pública, etc.	10.481	19 011	379.199	82.551	3.229
4) Comércio e Seguros	42.934	55.783	97.298	25.241	5.449
5) Construção e obras públicas	4.140	3.257	8.591	137.153	1.217
6) Transportes e Comunicações	4.141	4.525	57.992	39.606	799
7) Ind. extractivas	464	302	3.041	21.071	159
8) Ind. de Serviços Públicos	110	158	3.800	5.806	31

o que dá relativamente:

QUADRO II

Percentagens em relação à própria indústria

	A	B	C	D	E
1)	9,08	19,03	5,35	55,43	11,11
2)	6,26	9.77	11,99	69,53	2,45
3)	2,12	3 84	76,69	16,70	0,65
4)	18,93	24,61	42,91	11,14	2,41
5)	2,68	2,11	5,56	88,85	0.80
6)	3,86	4,22	54,17	37,00	0,75
7)	1,85	1,20	12,14	84,17	0,64
8)	1,11	1,59	38,37	58,62	0,31

QUADRO III

Percentagens em relação à ocupação

	A	B	C	D	E
1)	58,90	67,92	11,87	54,57	87,24
2)	15,29	13,13	10,03	25,42	7,28
3)	4,34	4,34	53,84	5,20	1,62
4)	17,79	12,73	13,83	1,59	2,74
5)	1,72	0,74	1,22	8.63	0,61
6)	1,72	1,03	8,23	2,49	0,40
7)	0,19	0,07	0,44	1,33	0,08
8)	0,05	0,04	0,54	0,37	0,03

mente com a alta percentagem do assalariamento, relativamente às outras indústrias, a forma como decorrem e se processam as vicissitudes da própria indústria.

Explicação essa que não é uma justificação.

III) Volume das construções civis em Portugal

Não há elementos estatísticos que se ocupem, em todos os aspectos, ùnicamente da construção civil. Por vezes, esta actividade aparece registada conjuntamente com as obras públicas. Além disso, os próprios registos oficiais, sofrem correcções anuais, que rectificando numèricamente os resultados dos registos, todavia não alteram pràticamente a sua significação relativa. Como o que se pretende é procurar, orientar e compreender a tendência do movimento da indústria em estudo, essas ligeiras diferenças não têm grande importância para o fim em vista.

Como já haviamos dito no número anterior, há indústrias que total ou parcialmente destinam a sua produção à construção civil e obras públicas, envolvendo um movimento de capitais muito importantes.

Na *indústria de cerâmica* havia:

	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Fábricas	119	132	141	158	193	197
Salários (contos)	54.597	65.458	83.784	85.557	95.896	93.941

e o fabrico em milhares de unidades:

	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Telhas	33.672	39.256	39.815	53.319	46.247	39.165
Tijolos, tijoleiras e ladrilhos	100.204	108.851	115.237	110.812	130.704	120.240
Refractários	6.252	6.544	6.570	6.052	5.802	4.542
Grés (manilhas, aces.)	685	936	1.087	1.045	1.042	1.153
Azulejos	15.501	20.035	21.826	22.269	24.636	26.087
Mosaicos cerâmicos	3.713	4.164	4.191	4.836	4.752	3.868

Na *indústria dos cimentos* havia:

	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Fábricas	3	3	3	3	3	3
Salários (contos)	13.512	15.347	18.379	23.060	25.817	31.025
Produção (t)	262.980	326.747	426.913	498.069	521.435	572.881

e acessóriamente, o fabrico de ladrilhos de cimento em milhares de unidades, respectivamente de: 2.222; 11.716; 15.231; 11.913; 12.448; 9.316.

Quanto às *pedreiras (incluíndo os areeiros)* o problema punha-se no seguinte modo:

	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Em actividade	373	381	487	527	567	530
Salários (contos)	18.308	23.677	31.800	34.591	37.573	30.654

Relativamente à *construção civil* pròpriamente dita, apurámos os seguintes valores que supomos de interesse:

PRÉDIOS CONSTRUÍDOS

	1950	1951	1952	1953	1944	1955	1956
No continente	10.215	10.555	12.686	13.225	12.622	13.698	14.407
N.º pavimentos	15.577	15.733	18.911	20.076	19.138	20.960	27.743
N.º de fogos	13.264	12.958	13.703	15.951	15.966	17.704	20.504
Sup. coberta ($m^2 \times 1000$)	1.152,9	1056,1	1187,9	1247,1	1245,1	1305,4	1459,4
Para habitação	7.968	7.856	9.519	9.907	9.247	10.135	10,462
Comércio e indústria	920	939	931	979	1,137	1.118	1.271
Mixtos	385	354	372	371	261	282	463
Não especificados	942	1.406	1.864	2.068	1.977	2.163	2.221

DISTRIBUIÇÃO DOS PRÉDIOS DE HABITAÇÃO POR ANDARES

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
c/1.º andar	4730	4665	5345	5556	5387	5855	5896
c/2 andares	2285	2414	3402	3386	2776	3069	3191
c/3 »	598	472	489	525	588	579	658
c/4 »	243	132	153	193	242	335	418
c/5 »	39	112	72	131	152	184	182
>5 »	73	61	58	116	102	113	117
Sup. coberta (m^2)	810.525 - 705.692 - 766.773 - 890.968 - 845.929 - 904.501 - 966.295						

Dá um relevo de potencialidade da indústria, o quadro seguinte relativo aos prédios urbanos vendidos e seu valor.

Para se ter uma ideia da importância dos valores anteriormente mencionados, daremos seguidamente as importâncias consignadas nas des-

PRÉDIOS URBANOS

(T) Total (L) Lisboa (P) Porto

		1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Vendidos (n.º)	(T)	22.301	22.905	23.963	21.729	22.390	24.627	25.817
	(L)	788	1.052	1.048	1.021	1.029	1.204	1.203
	(P)	623	627	590	580	632	626	647
Valor (contos)	(T)	957.312	1.152.443	1.173.609	1.290.554	1.416.202	1.831.567	2.033.532
	(L)	575.972	650.189	622.328	742.660	777.828	1.209.216	1.360.920
	(P)	113.692	142.090	90.314	94.820	118 990	172.798	203.334
Hipotecas realizadas	(T)	435.800	495.757	447.122	558.340	597 223	711.361	900 083
	(L)	191.984	242.236	220.481	252.333	286.522	359.909	429.315
	(P)	61.615	47.153	40.526	46.594	46.599	40.888	68 471
Hipotecas canceladas	(T)	314.412	384.289	404.952	488.552	523.208	539.123	613 511
	(L)	128.920	164 002	188.985	233.464	227 611	228.409	303.972
	(P)	25.446	31.561	37.090	34.791	33 453	57.552	30.209
Correspondendo os índices de rendas de habitação, incluindo electricidade (Base 100 em 1949)								
	(L)	118,2	126,8	135 6	142 7	149,0	156,7	163,0
	(P)	103.9	106,3	107 8	109,0	111,0	112,2	116,1

pesas provisórias do Orçamento Geral do Estado (ordinário e extraordinário, para os seguintes Ministérios (contos)

O extraordinário desenvolvimento da actividade da indústria da construção civil, não encontraria explicação pela simples leitura da estatís-

	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
Obras Públicas	729.373	757.299	809.217	805.010	847.910	938.201	1.020.317
Comunicações	323.291	496.171	392.460	392.005	432.760	465.668	550.472
Educação Nacional	449.043	454.631	491.297	515.033	563.756	605.397	624.531
	1.501.607	1.708.101	1.692.974	1.712.048	1.844.426	2.009.266	2.195.320

tica, se outros elementos esclarecedores não fossem aduzidos.

Veja-se o quadro seguinte, relativamente ao ano de 1950:

PRÉDIOS, FOGOS, FAMÍLIAS SEM E COM HABITAÇÃO

Prédios	2.563.450
Fogos	2.274.499
Famílias	2.047.439
Sem habitação	2.592
Com habitação	2.044.847
Em construção provisória	10.596
Em prédio	2.034.251
ou parte de prédio não destinado a habitação	2.853
parte de fogo	193.324
Um fogo	1.838.164
Em casa própria	1.027.715
Em casa alugada	816.516
Em casa cedida	190.020

FAMÍLIAS: 1.838.164 (pessoas: 7.594.854)

»	com	1	divisão:	220.358 famílias
»	»	2	divisões:	385.137 »
»	»	3	»	458.463 »
»	»	4	»	340.463 »
»	»	5	»	177.300 »
»	»	6	»	105.211 »
»	»	7	»	53.096 »
»	»	8-9	»	53.557 »
»	»	10-11	»	23.889 »
»	»	12-14	»	12.826 »
»	»	15	»	7.864 »

distribuindo-se os 7.594.854 pessoas por famílias com a seguinte constituição:

com	1 pessoa	134.296	famílias
»	2 pessoas	301.197	»
»	3 »	378.376	»
com	4 pessoas	345.724	famílias
»	5 »	256.911	»
»	6 »	173.599	»
»	7 »	109.466	»
»	8 »	66.170	»
»	9 »	36.157	»
»	10 e mais pessoas	36.274	»

A explicação que encontramos para tão grande disparidade entre o que a estatística parece dizer e o número de prédios construídos filia-se em duas ordens de razões: A primeira, é que os prédios construidos não são destinados aqueles que aparecem representados na rubrica *sem habitação*, pois esses provavelmente continuarão sem ela, mas sim à diferença das rubricas *com habitação* e *com um fogo* (206.683).

A segunda razão, pelo menos na Capital, até à modificação introduzida na lei 2.030, consistia em se demolirem prédios antigos para se substituirem por prédios novos. Como o censo da população e determinados dados recolhidos só se fazem em cada decénio, a estatística não pode traduzir fielmente as vicissitudes da camada populacional atingida.

IV—Aprendizagem. Escolas profissionais. Sua distribuição em Portugal

A aprendizagem das profissões que interessam à construção civil faz-se em moldes absolutamente primitivos.

O pessoal que constitui o que se podia chamar a «bolsa de mão-de-obra» é constituído por uma amalgama difícil de caracterizar, mas que se pode dividir entre: *absolutamente impreparados; mal preparados* e *bons profissionais.*

O aprendizado não existe como sistema de organização profissional, pelo que, de local para local, o interessado vai adquirindo, se para tanto tem qualidades ou oportunidades, a preparação profissional correspondente ao mínimo indispen-

sável para se habilitar ao desempenho das funções a que vai sendo chamado. É um processo normalmente longo, de muito baixo rendimento e em que a selecção ordinàriamente é feita à custa das duas partes: insucessos e desalento da parte do profissional; despesas inúteis e irrecuperáveis e cepticismo da parte do patronato.

Situação esta infeliz e absolutamente inconveniente para a economia geral.

Impõem-se como necessárias um certo número de medidas atinentes a resolver o problema da mão-de-obra especializada de que carece esta indústria.

Os insucessos verificados, e os inconvenientes anteriormente apontados, resultam, não tanto por falta de qualidades morais ou aptidão profissional, mas, e principalmente, pelo abandono, incerteza e falta de disciplina na aquisição dos fundamentos da sua profissão.

Em tempos recuados, a hierarquia profissional contava com aprendizes, meio-oficiais, oficiais e mestres. Estes últimos iam conferindo os respectivos graus de preparação, à medida do desenvolvimento e aptidão manifestados.

Havia desta forma, o funcionamento de autênticas «escolas», em que o aprendizado tinha tempo de criar os fundamentos de uma preparação profissional honesta.

As exigências dessa época, eram completamente diferentes das verificadas nos nossos dias, mas as «regras de arte» existiam e cumpriam-se.

Os tempos modernos vieram acelerar o aparecimento de diversos factores que contribuiram em muito para o abaixamento da preparação profissional de tais misteres.

Contam-se como principais: o exodo dos campos e consequente invasão das cidades por regiões de indivíduos sem um mínimo de preparação profissional; a fixação de tabelas de salários sem correspondência com a hierarquia de valores, pelo que para se evitar a exploração de pessoal com preparação superior à de aprendiz, se estabele um preço que não estimula um bom oficial; a emigração de bons profissionais que se sentem mal remunerados na bolsa dos salários.

E como do desnivelamento entre os salários e o custo da vida, resulta que, com raras excepções, se candidatam aos lugares de *oficiais* indivíduos profissionalmente impreparados, os bons profissionais procuram aumentar os seus proventos deslocando-se para a posição de chefes ou encarregados, pelo que se pode supor os inconvenientes resultantes de tal articulação.

Conviria, portanto, que este problema pudesse ser resolvido em bases totalmente diferentes das actuais, pelo que se preconizam certas medidas que supomos poderem ter alguma utilidade:

1.º — Partindo do princípio do que o interesse geral, quando se não encontra acautelado pode merecer soluções especiais, julgamos de utilidade que um grupo numeroso de emprezas fosse incitado a manter escolas profissionais, em que se preparassem, nos diferentes graus, a mão de obra necessária para a imediata aplicação.

Para se obterem resultados úteis e que ultrapassassem os exíguos limites do papel em que se costumam semear, conviria encarar com realismo a importância e grandeza da tarefa.

Parecia-nos também, que o apoio ou auxílio oficial, indispensável, deveria actuar de duas formas:

a) — Atendendo a que semelhante tarefa constitue um encargo para a empresa, convinha que o maior número de empresas participassem nesta obra nacional, pois só assim se criaria uma igualdade de circunstâncias, absolutamente necessária para uma indústria que tem, na base do seu exercício, a concorrência.

b) — Em consequência, e para aliviar ou atenuar os encargos resultantes de tal empreendimento, o Estado ou os Sindicatos Profissionais e Grémios de Industriais fixariam um auxílio proporcional ao número de alunos que fossem aprovados, em prova oficializada, ou qualquer outra forma que fosse considerada operante.

A redacção dos programas, seria submetida à aprovação da entidade competente.

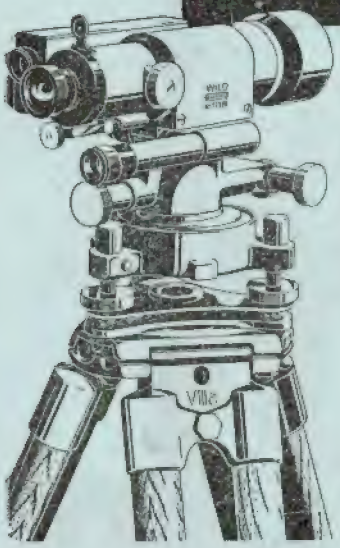
Objectar-se-à, que pela ordem natural das coisas, este pessoal poderá sair da empresa que o preparou.

Não vemos o inconveniente de que tal suceda, pois certamente que virá a ser admitido por outra, o que não constituiria, portanto, um prejuízo.

Na base de uma aprendizagem orientada, antevê-se a possibilidade de se conseguirem, a breve prazo, resultados importantes no mercado da mão de obra e de se obter, se as previsões não atraiçoassem, um enriquecimento de valores positivos em todas as escalas que estruturam a hierarquia.

WILD
HEERBRUGG

a marca suíça
de fama mundial



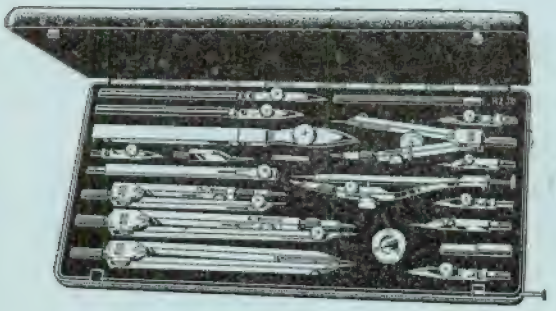
NÍVEIS E TEODOLITOS

de construção moderna
para todos os fins

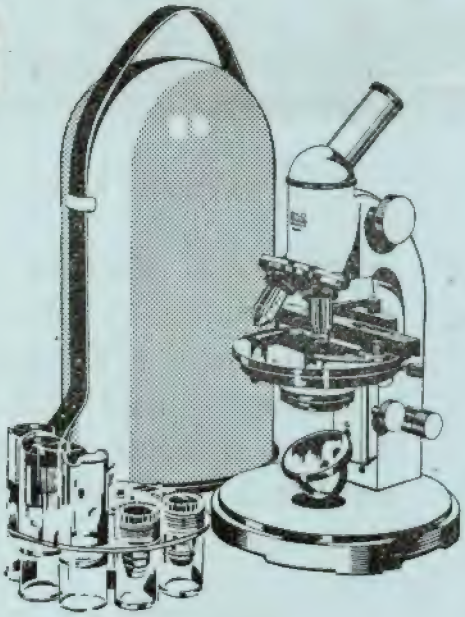
MICROSCÓPIOS

com equipamentos para todos
os trabalhos de microscopia

WILD
HEERBRUGG



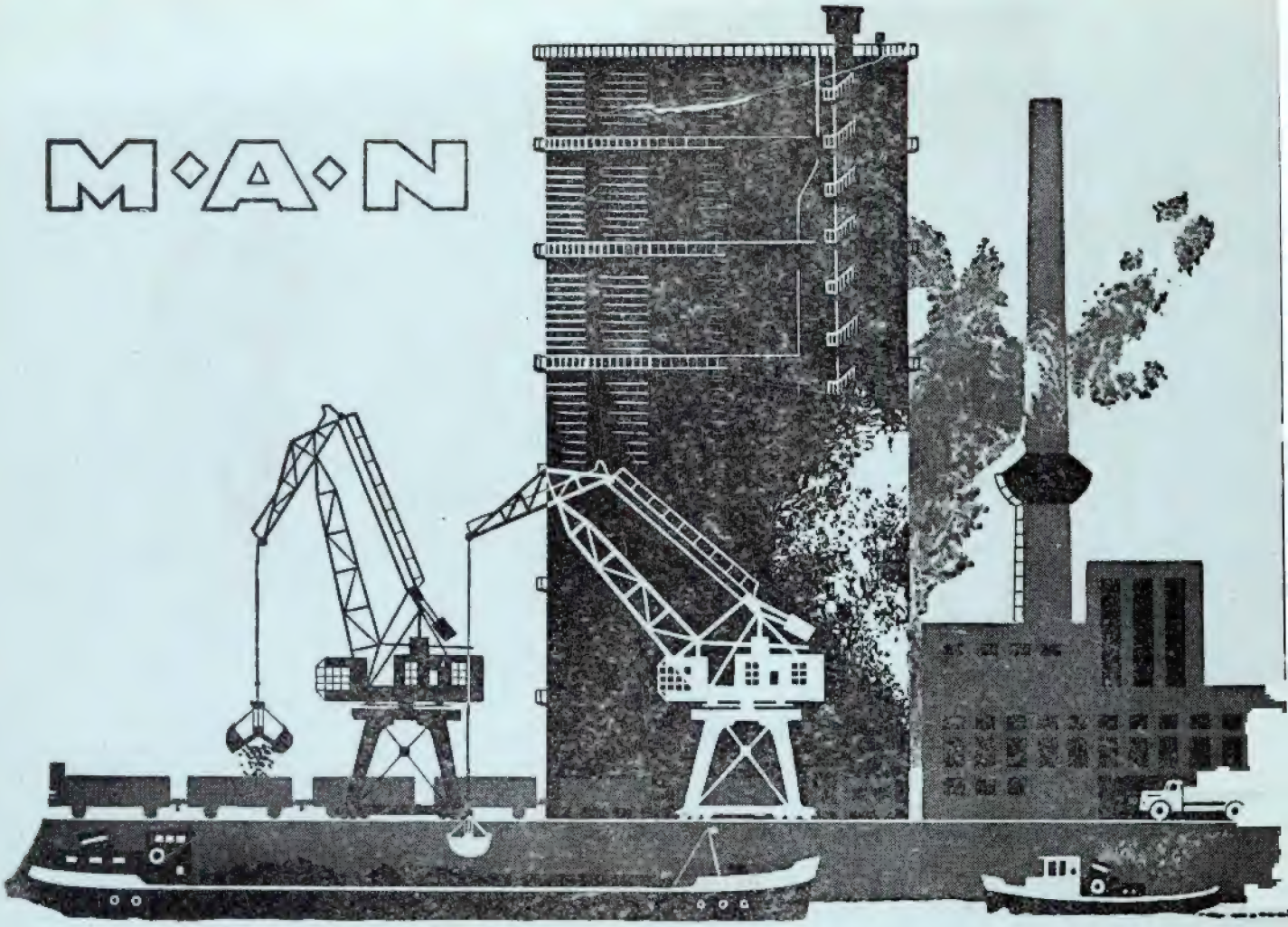
Estojos de desenho **Wild**
Únicos de aço crómio inoxidável



REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8 S/L 6
LISBOA — TELEF. 68 11 27



MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG A·G · WERK NÜRNBER

INSTALAÇÃO DE FORÇA MOTRIZ A VAPOR · INSTALAÇÕES DE FORÇA MOTRIZ A GÁS · GUINDASTES E TRANSPORTADORES · MATERIAL CIRCULANTE FERROVIÁRIO · MÁQUINAS PARA ENSAIOS DE MATERIAIS · INSTALAÇÕES DE CONDICIONAMENTO DE AR · PONTES DE AÇO · INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS DE AÇO · CONSTRUÇÕES METÁLICAS · BOMBAS · GASÓMETROS · CALDEIRAS A VAPOR CANALIZAÇÕES DE AÇO · MOTORES DIESEL TERRESTRES E MARÍTIMOS

REPRESENTAÇÃO GERAL PARA PORTUGAL E ULTRAMAR

INDUMA

MÁQUINAS INDUSTRIAIS LIMITADA
AVENIDA ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, 88-3.º · LISBOA

De bons aprendizes, poderíamos esperar bons operários e obter-se-ia, igualmente, uma disciplina na responsabilidade e consciência profissionais.

Atenuar-se-ia, também, a mancha de operários improgressivos, pois não só *não sabem como fazer melhor*, como também perderiam a razão para afirmar que não vale a pena saber mais pois ganhariam o mesmo.

Desde que fossem sendo lançados em trabalho, grupos importantes de elementos aptos e conscientes dos seus mistéres, antevê-se, como natural, uma maior procura destes elementos e um estímulo para a melhoria dos restantes.

Considera-se extremamente importante que os programas a versar não fossem demasiado ambiciosos para permitir a sua exequibilidade, na prática.

Julgamos preferível ir aproveitando e acrescentando ou modificando, a verificar a inviabilidade de dar satisfação aos programas, quer pela dificuldade de os ministrar, sob o ponto de vista económico, (falta de pessoal, falta de locais, etc.), quer pelo desinteresse que se pode gerar se se pretender dar impressão da excessiva teorização dos programas.

Não se devia, ainda, perder de vista o objectivo principal que seria: atrair, captar e convencer; tarefa difícil mas não inviável.

2.º — A medida indicada anteriormente, quadrará especialmente para as regiões de Lisboa e Porto, núcleos importantíssimos da indústria, mas que não nos parece a mais adequada para o resto do país.

As chamadas «regras de arte», quando ensinadas, perder-se-ão se não forem acompanhadas de intensa prática ou do contacto com abundantes exemplos da mesma, no convívio de um meio técnico muito disperso e multiforme.

Precisamos de instruir, e fazer praticar, milhares de pedreiros, carpinteiros, estucadores, etc.

Admitíamos mesmo como muito útil, a existência de «campos de trabalho» concelhios, com curta duração: 2 a 3 meses, e em que se ministrariam rudimentos das regras de arte, conjuntamente com elementos de simples geometria (esquadrias, prumadas, alinhamentos, etc.).

Esses «campos», se possível, podiam aproveitar obras públicas.

Não haveria a pretensão de «formar» nem pedreiros, nem carpinteiros, para os quais só uma extensa prática pode conferir tal predicado, mas disciplinar-se-ia, para o futuro daqueles, a forma de aquisição do conhecimento.

Só quem tiver o contacto diário, com aqueles que dia a dia desabam na Capital, ou que aqui já se encontram na prática de tais mistéres, pode verificar como seria útil que tais almas tivessem começado uma vez, em vez de começarem todos os dias.

Se uma mão amiga os tivesse encaminhado na altura própria, evitar-se-ia tanto desapontamento, tanto desaproveitamento de mão de obra e tanta mão de obra de tão baixo rendimento.

Ora o ensino não pode ser feito por caridade, pois corresponde a uma necessidade do agregado nacional, e deverá garantir a sua segurança económica.

À medida que a responsabilidade da mão de obra necessária for aumentando, terão de redobrar, também, as preocupações e os meios de a produzir com as qualidades requeridas.

Verifique-se pela estatística da educação anexa, o incremento dos estabelecimentos de ensino, dos alunos e daqueles que concluiram os cursos, entre os anos lectivos de 1940/41 a 1954/55, inclusivé.

Relativamente à população indicada nos censos de 1940 e 1950, havia respectivamente:

	1940	1950
População do País	7.722.152	8.441.312
Estabelecimento de ensino por *1.000 habitantes*	1,40	1,45
Pessoal docente, oficial, por 1.000 habitantes	2,07	2,22
Frequência, (alunos) por 1.000 habitantes	89,7	92,3
Conclusões, por 1.000 habitantes	17,0	22,7

ESTATÍSTICA DE EDUCAÇÃO

ALUNOS

	EST. DE ENSINO (part. + oficial)	PES. DOCENTE (oficial)	INFANTIL	PRIMÁRIO	SECUNDÁRIO	SUPERIOR	OUTROS	TOTAL	CONCLUIRAM
1940/41	10.955	16.003	1.334	606.698	(**) 75.775	(**) 9.666	87	693.560	132.467
1941/42	11.534	16.812	1.008	591.876	(**) 74.321	(**) 7.868	1.107	676.180	140.101
1942/43	11.386	16.501	872	589.685	82.334	11.272	398	684.561	137.989
1943/44	11.210	16.700	906	581.641	88.313	11.699	980	683.539	143.322
1944/45	11.241	16.780	973	590.727	91.738	12.332	1.176	696.946	148.901
1945/46	11.242	17.577	959	594.554	95.569	13.602	1.487	706.171	151.226
1946/47	11.293	17.505	1.812	593.042	97.889	13.815	1.589	709.147	153.485
1947/48	11.472	17.863	1.575	609.650	97.128	13.890	1.206	723.449	167.780
1948/49	11.736	18.329	1.709	621.456	96.004	14.039	1.888	735.096	177.625
1949/50	12.017	18.653	1.778	645.775	92.371	14.974	2.669	757.567	189.293
1950/51	12.315	18.806	1.954	664.750	91.487	15.780	2.707	776.678	191.904
1951/52	13.187	19.844	3.155	690.398	96.090	16.198	2.955	808.796	206.114
1952/53	14.563	21.927	4.263	759.180	99.203	16.353	175.909 (*)	1.054.908	245.176
1953/54	15.363	23.603	4.817	795.338	107.618	17.077	283.927 (*)	1.208.777	319.090
1954/55	16.141	24.846	5.258	813.331	114.979	17.866	202.367 (*)	1.203.801	351.679

(**) Não inclui o ensino eclesiástico.

(*) Inclui o ensino da Campanha Nacional de Educação de Adultos.

Relativamente ao ano lectivo de 1954/55 a distribuição dos estabelecimentos de ensino e pessoal docente (oficial), fazia-se do seguinte modo:

	Estabelecimentos		Pessoal docente		R
Total	16.141 (*)	%	24.846 (*)	%	1,54
Infantil	128	0,75	—		—
Primário	15.725	91,96	20.001	69,85	1,27
Secundário	500	2,92	3.790	13,24	7,6
Liceal	365	2,13	1.315	4,59	3,6
Técnico	194	1,13	2.475	8,64	1,28
Outros	92	0,55	—	—	—
Superior	59	0,35	863	3,01	1,46
Outros	36	0,21	192	0,67	5,3

(*) Em alguns estabelecimentos é ministrado mais do que um tipo de ensino pelo que o total é inferior à soma das parcelas.

Vê-se, além disso o predomínio evidente do ensino primário: 92 %, acompanhado da mais baixa das relações: pessoal docente/estabelecimento = R = 1,27.

V — Incidências no custo das construções civis

A repartição das despesas pelas diferentes partes que constituem uma obra faz-se de forma muito variável, não correspondendo até muitas vezes aos desejos do projectista.

Vejamos alguns exemplos de estudos efectuatuados sobre construções destinadas a habitação:

Vidros	0,8 a 1,5 %
Esgôtos	0,5 a 2,0 %
Serralharias	1,5 a 3,0 %
Fundações	2,0 a 3,0 %
Aparelhos sanitários	3,0 %
Armários e roupeiros	2,5 a 4,0 %
Revestimentos exteriores	2,0 a 4,0 %
Paredes em elevação	4,0 a 6,5 %
Carpintarias	12,0 a 13,0 %
Cantarias	9,5 a 12,5 %
Água, gás e electricidade, sem aquecimento	8,5 a 10,0 %
Água, gás e electricidade, com aquecimento	13,0 a 14,0 %
Estrutura de betão armado	14,0 a 17,0 %
Estrutura de betão armado com empenas de betão armado	22,0 %
Revestimentos interiores	15,5 a 18,5 %

Compreender-se-á a dificuldade que muitas vezes representa, comprimir o custo da construção, quando uma parte importante da despesa total é constituída por verbas de pequena incidência, mas de aplicação indispensável.

Por outro lado, convém não perder de vista que a economia, a ser feita, não deve ser procurada à custa da capacidade da obra se poder bem comportar ao longo da sua vida.

Normalmente, *a construções baratas, correspondem conservações caras.*

Infelizmente, o assunto nem sempre é compreendido, e acontece com frequência maior do que aquela que seria para desejar, fazerem-se economias no investimento, esquecendo o que se vai gastar posteriormente em reparações.

As maiores despesas costumam ser em: caixilharias, canalizações, carpintarias e instalações de água, electricidade e aquecimento.

VI) Planificação de um plano de industrialização da construção civil

Para planificar, à escala nacional, a industrialização da Construção Civil, havia que promover uma série de transformações, para conseguir os meios e o clima necessários, factores de índole diversa, desde os económicos aos técnicos.

É óbvio que se a indústria, rende, mesmo como se encontra instalada e trabalha, não se encontraria motivo plausível para a sua modificação se não se nos afigurasse mais razoável uma mudança da sua estrutura de funcionamento, a qual sem atingir o seu rendimento básico traria consideráveis economias para a população.

Essa mudança de estruturação, implicava necessàriamente a criação de fundos à disposição da indústria, com pagamento a juros baixos e a longo prazo, e à racionalização do emprego da mão de obra e dos materiais.

Para se poder actuar com segurança, seria necessário realizar um inquérito geral, para colher elementos que esclarecessem devidamente aqueles que se debruçassem sobre tão importante problema.

Parecia-nos indispensável averiguar:

1.º — Quantas famílias têm casa própria? (Não contando como tal as partes de casa. A carestia dos arrendamentos obriga, nos grandes centros, à sub-locação, com todos os graves inconvenientes para ética e moral familiares).
2.º — Quantas há sem casa?
3.º — Quantas destas famílias viriam a ter possibilidades de possuir casa?
4.º — Distribuição destes elementos pelos diferentes distritos do Continente.
5.º — Quantos fogos seria necessário construir anualmente, de acordo com os dados do inquérito e do crescimento demográfico, e sua previsão por distritos.
6.º — Avaliação da despesa a efectuar num prazo relativamente curto, por exemplo 10 ou 12 anos.
7.º — Avaliação dos materiais necessários para a execução do plano. Distribuição distrital.
8.º — Avaliação da mão de obra necessária para a realização do plano. Distribuição distrital.
9.º — Avaliação das despesas de controle do plano e seu reajustamento periódico.

Recolhidos estes elementos, poder-se-ia escalonar a sua execução progressivamente, atendendo às dificuldades que irão surgindo.

Avultarão como mais importantes, os problemas da mão de obra e dos materiais a obter, já que se admitirá como mais fácil a possibilidade económica da sua resolução, se a tal se abalaçarem as entidades competentes; admite-se implìcitamente não só a viabilidade, mas até a necessidade, de uma colaboração estreita entre o Estado e a actividade privada.

O problema da mão de obra, será com certeza, o de mais delicada e difícil resolução, já que para os materiais é possível provocar uma mais rápida forma de conseguir a sua obtenção ou produção.

Convinha também criar as condições para não ser excitada emigração da mão de obra, o que só poderá ser obtido à custa de remuneração compensadora.

Preparada a mão de obra, em qualidade e quantidades suficientes, é então possível estabelecer uma escala hierárquica, com as articulações completas.

Conclusões

As breves notas anteriores, têm apenas a preocupação de chamar a atenção para o problema referente a um importante forma de actividade, cujos resultados estão longe de atingir aquilo que seria de esperar da sua potencialidade, sem benefício para a indústria e com grave prejuízo da economia nacional. Apontou-se uma faceta que se considera das mais importantes, *a preparação da mão de obra*, sem a qual, os maiores empreendimentos sossobrarão.

CEKOP

Exportação de Fábricas e de instalações industriais completas

VARSÓVIA — Mokotowska, 49
POLÓNIA

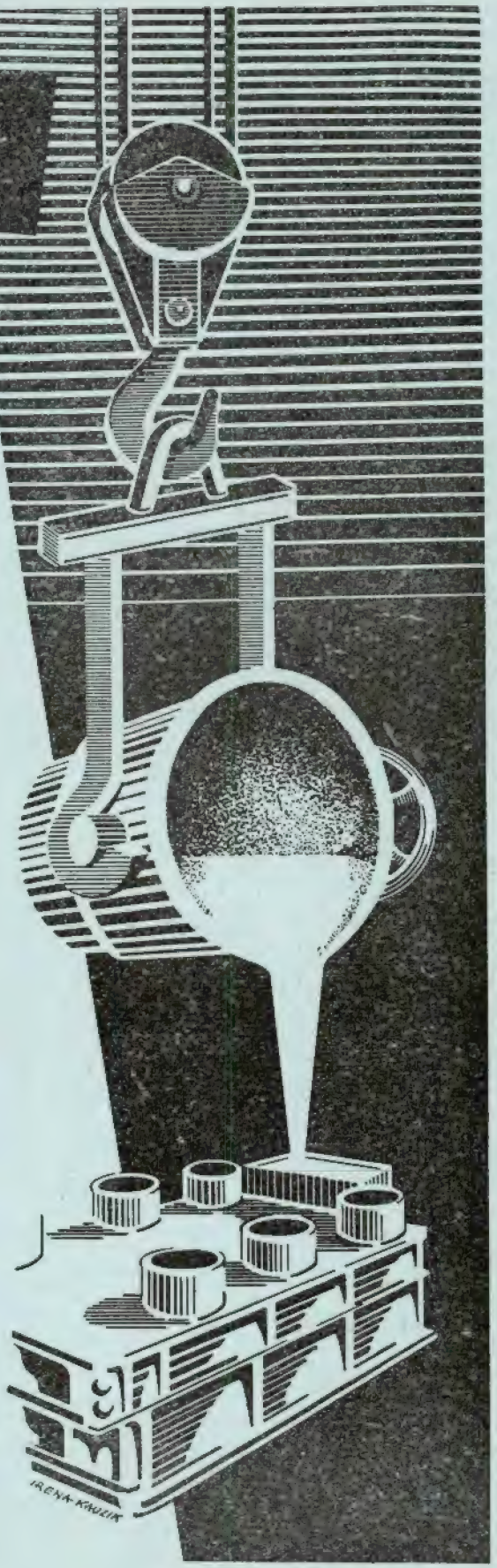
FORNECE
o equipamento completo para:
fundições modernas de todos os tipos e capacidades

Os nossos fornecimentos comportam:
documentação técnica completa
equipamento de fábricas em máquinas de produção e auxiliares

Pedimos a fineza de visitar o nosso Stand na

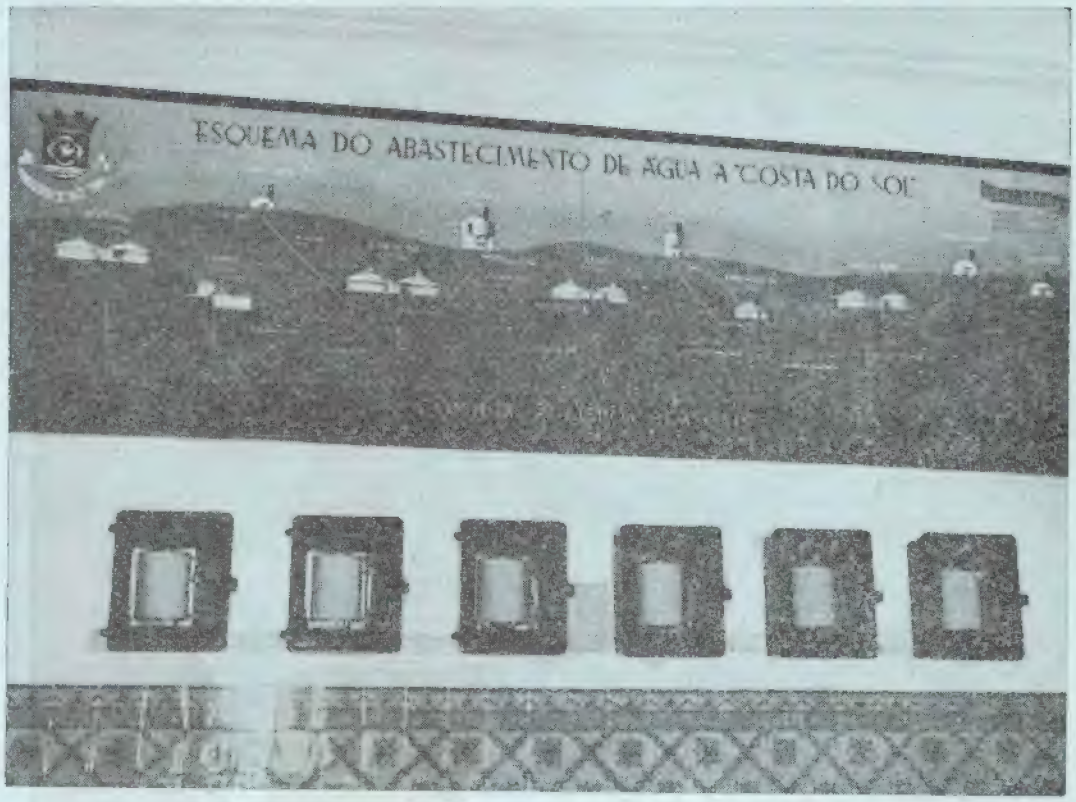
Feira Internacional de Poznan

entre 7 e 21 de Junho de 1959



FR. RITTMEYER S. A.

Fabricantes de equipamento de controle para serviços de distribuição de água, barragens, etc.



Grupo de teleregistadores instalados na Central da Câmara Municipal de Oeiras. Esta instalação compreende emissores da medida do nível de água, dos 15 reservatórios equipados, por meio de impulsos de corrente contínua lançados através de pares telefónicos.

REPRESENTANTES:

FACTO, LDA.

R. DA MADALENA, 46-2.º — LISBOA

ELEMENTOS DE QUÍMICA-FÍSICA

(Lições excepcionalmente integradas no curso de Siderurgia)

HENRIQUE ESTÁCIO MARQUES
ASSISTENTE DO I. S. T. BOLSEIRO DO I. A. C.

(Continuação)

5 — TERMODINÂMICA ESTATÍSTICA

1 — Não vamos considerar pròpriamente o método estatístico de estudar a Termodinâmica, mas tão sòmente examinar a noção de entropia a que ele conduz.

2 — Como vimos, um sistema isolado só pode evoluir expontâneamente no sentido de aumentar a sua entropia, correspondendo o seu equilíbrio a um máximo para o valor dessa função.

3 — Por outro lado, da própria noção de probabilidade, é-se levado a admitir que a evolução de um sistema isolado se dará no sentido dos estados de *probabilidade crescente*, correspondendo o equilíbrio ao estado de *maior probabilidade*, ou seja, ao estado *mais provável*.

4 — As considerações 2 e 3 levam à conclusão de que entre as entropias dos diversos estados termodinâmicos e as probabilidades dos mesmos deve haver uma certa relação funcional. Sendo então as entropias aditivas e as probabilidades multiplicativas, essa função deve ser logarítmica.

A Termodinâmica Estatística ensina-nos precisamente que é

$$S = K \ln W$$

em que

S — entropia do estado termodinâmico
K — uma constante (1)
W — probabilidade termodinâmica

5 — Torna-se então necessário definir probabilidade termodinâmica.

Um estado termodinâmico é definido pelas suas funções termodinâmicas. Estas funções nada dizem, porém, quanto às posições ou velocidades das moléculas de que o sistema se compõe. É no entanto fácil de ver que para cada estado termodinâmico existe um grande número de possibilidades para as posições e velocidades das moléculas capazes de justificarem os valores verificados para as diversas funções termodinâmicas.

Chamando então *complexão* (1) a cada possibilidade de posições e velocidades (ou seja energias) para as moléculas de um sistema, diz-se que a *probabilidade de um estado termodinâmico* é definido pelo número de complexões que o pode realizar.

6 — Nos casos de maior interesse prático, isto é, de sistemas não isolados, o critério da maior entropia e, portanto, da maior probabilidade (considerada apenas em relação aos sistemas que nos estejam interessando) não é o que determina o estado estável, como sabemos. Como vimos, porém, no critério aplicável a estes casos, a entropia intervem de tal modo que a temperatura amplifica o seu efeito. Isto permite-nos concluir que com o aumento da temperatura os sistemas tendem para o estado a que corresponder o maior número de complexões. Esta conclusão é muito importante pórque bastantes vezes considerações de ordem elementar, permitindo deduzir as probabilidades termodinâmicas relativas de vários estados, dão-nos imediatamente a conhecer o sentido de certas evoluções.

7 — Os exemplos seguintes põem em evidência o interesse imediato da noção de entropia que acabamos de expor, ficando assim justificado este brevíssimo capítulo sobre Termodinâmica Estatística.

7.1 — *Posições vazias na estrutura de um cristal*

Sejam N átomos de um metal e um conjunto de M *nós* constituindo um modelo cristalino.

Se é M = N, o cristal diz-se *perfeito* (supondo que a única causa de imperfeição era a relativa a posições vazias).

Nestas condições teremos que:

— o conteúdo energético do metal é mínimo;

— a entropia do metal é também mínima: só uma *complexão* possível, não considerando com-

(1) É a chamada constante de Boltzmann que é igual ao cociente da constante dos gazes perfeitos pelo número de Avogadro, ou seja, é igual a $3{,}298 . 10^{-24}$ Cal. molécula^{-1} $^{o}K^{-1}$

(1) Também chamado por vezes *estado dinâmico* ou *micro-estado*.

plexões diferentes as que resultam de permutações de átomos iguais (esta maneira de ver é aceitável porque o que nos interessa é comparar entropias)

$$W_1 = 1$$

Se é $M = N + 1$, o cristal tem uma posição vazia e agora teremos:

— um maior conteúdo energético porque há uma distorção à volta da posição vazia;

— uma entropia muito maior: o número de complexões é agora o número de combinações de $N + 1$ lugares para N átomos

$$W_2 = \frac{(N+1)!}{N!\ 1!} = N + 1$$

Como o aumento do conteúdo energético (entalpia) deve ter sido pequeno (só uma posição vazia; supõe-se N relativamente grande) enquanto que o aumento de entropia foi muito grande ($N + 1$ complexões contra 1) é natural que este último estado seja o estável mesmo a temperaturas muito baixas, isto é, mesmo quando a influência da entropia ainda é pequena.

Se é $M = N + 2$, há duas posições vazias e, em relação ao estado anterior, teremos:

— um ligeiro aumento de conteúdo energético (mais uma posição vazia em N relativamente grande);

— um novo aumento de entropia: o número de complexões será agora o número de combinações de $N + 2$ lugares para N átomos:

$$W_3 = \frac{(N+2)!}{N!\ 2!} = \frac{(N+1)\ (N+2)}{2}$$

que, comparando com o caso anterior, dá

$$\frac{W_3}{W_2} = \frac{(N+1)\ (N+2)}{2} : (N+1) = \frac{N+2}{2} < \frac{W_2}{W_1} = N + 1$$

portanto, um aumento de entropia menor que ao passar-se de N nós para $N + 1$ mas, eventualmente, suficientemente grande para ser ainda mais estável 2 posições vazias que 1 só.

Se continuarmos a aumentar o número de posições vazias no interior do cristal, admitindo que a variação do conteúdo energético $-\Delta H$ (1) — será sempre constante, tendo em conta que a variação de entropia $-\Delta S$ (1) $= K \ln \frac{W_n}{W_{n-1}}$ — — diminuirá sempre (fácil de provar), uma altura chegará em que é

$$\Delta H = T \Delta S$$

e, portanto,

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S = 0$$

isto é, o equilíbrio é atingido.

Conclusões: 1.º — Para cada temperatura existe um número de posições vazias (lacunas) *termodinâmicamente necessárias* para que um cristal esteja em equilíbrio estável.

2.º — O número de posições vazias no equilíbrio aumenta com T (esta afirmação fica comprovada admitindo que ΔH e ΔS são independentes de T, o que não sendo absolutamente verdade se pode considerar como tal numa primeira aproximação e em relação à variação com T do termo $T \Delta S$).

7.2 — *Purificação completa de um metal*

Sejam N nós de uma estrutura que deverão ser ocupados por n átomos do metal B e $N - n$ átomos do metal A.

Será

$$\frac{n}{N} = x_B$$

e

$$\frac{N-n}{N} = x_A = 1 - x_B$$

Consideremos a entropia relativa dos seguintes dois estados:

— metais A e B completamente separados;

— metais A e B formando uma solução sólida (2) desordenada;

No primeiro caso teremos como número de complexões

$$W_1 = 1$$

(1) Referentes às sucessivas adições de mais uma posição vazia.

(2) Admitimos que a solução é ideal.

não diferenciando complexões que se distinguem apenas por permutação de átomos iguais.

No segundo caso e nas mesmas condições teremos:

$$W_2 = \frac{N!}{n!\,(N-n)!}$$

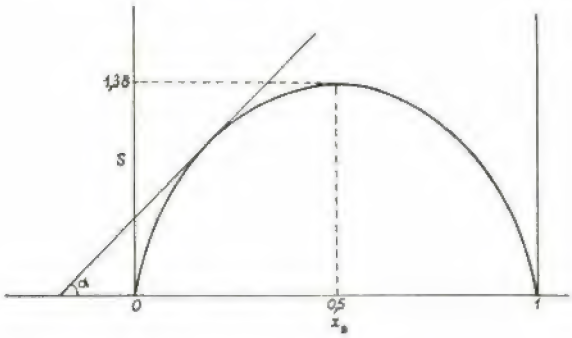
Finalmente será:

$$S_2 - S_1 = K \ln \frac{W_2}{W_1} = K \ln \frac{N!}{n!\,(N-n)!} =$$

$$= K\,[\ln N! - \ln n! - \ln (N-n)!] =$$

$$\overset{(1)}{=} - N K\,[x_B \ln x_B + (1 - x_B) \ln (1 - x_B)]$$

O gráfico junto mostra a variação da entropia da solução sólida de B em A com a concentração de B, com base nesta expressão e considerando $N = n.^o$ de Avogadro e, portanto, $NK = R = 1,987$ cal. mole^{-1} $^oK^{-1}$.



Suponhamos que pretendemos diminuir a fracção molar de B de uma quantidade infinitesimal dx_B. Desprezando a influência da variação do conteúdo energético que tal circunstância acarrete, a dificuldade desse aumento da purificação de A pode considerar-se medida pela variação relativa da entropia da solução

$$\frac{dS}{dx_B} = \operatorname{tg} \alpha$$

(considera-se a temperatura constante e a metade da curva para a qual é $x_B < 0,5$, isto é, o solvente é A).

(1) Igualdade apenas aproximada por se aplicar a fórmula de Stirling

$$\ln N! = N \ln N - N$$

que é suficientemente aproximada quando N é bastante grande.

Observando o gráfico dado e tendo em conta o que se acaba de expor, conclui-se imediatamente que a eliminação dos últimos traços de B, ou seja, a obtenção de um metal completamente puro, é pràticamente impossível.

7.3 — *Estruturas ordenadas e desordenadas*

Sejam P átomos de um metal A e Q átomos de um metal B que podem formar uma solução sólida ordenada.

Comparemos as entropias da solução sólida (A, B) considerando-a ordenada e desordenada (1):

— para realização da solução ordenada apenas uma complexão pode ser contada:

$$W_1 = 1$$

— porque a realização da solução desordenada corresponde à distribuição absolutamente casual dos P + Q átomos por P + Q nós, teremos:

$$W_2 = \frac{(P+Q)!}{P!\;Q!}$$

e

$$\Delta S = S_2 - S_1 = K \ln \frac{(P+Q)!}{P!\;Q!} > 0$$

Conclusões: 1 — A solução ordenada corresponde a uma menor entropia para a estrutura;

2 — Como o aumento de temperatura amplifica o efeito da entropia, sendo as variações de ΔH(2) e ΔS(2) com a temperatura relativamente pouco acentuadas, haverá uma temperatura (T_t) tal que teremos

$$\Delta G = \Delta H - T_t \Delta S = 0$$

e

$$\Delta G = \Delta H - T \Delta S < 0 \quad \text{para } T > T_t$$

isto é, as estruturas ordenadas ou super-estruturas só são estáveis a baixas temperaturas (se T_t for maior que a temperatura de fusão ou de outra mudança de fase — fenómeno de alotropia — a estrutura desordenada poderá não existir em condições estáveis para a rede cristalina em causa).

(1) Consideramos as soluções regulares (Vide 6.4.6)

(2) Estas diferenças referem-se à transformação ordem — desordem.

7.4 — *Estado ferromagnético e estado não ferromagnético. Ponto de Curie*

Como sabemos, o ferromagnetismo deriva da circunstância dos spins de certos electrões numa estrutura se encontrarem todos orientados num mesmo sentido; por seu lado, o não ferromagnetismo corresponde a uma distribuição casual dos mesmos spins pelos dois sentidos possíveis, o que origina a neutralização dos seus efeitos.

Do que se acaba de referir se conclui que ao estado não ferromagnético corresponde muito maior entropia e, portanto, é-se levado a admitir que o estado ferromagnético promove uma menor entalpia para a estrutura quando se torna o estado estável. Encurtando razões, podemos então dizer que são também verdadeiras para este caso as conclusões a que se chegou no parágrafo anterior (7.3) e, assim, considerar provada, termodinâmicamente, a existência de uma temperatura acima da qual o ferromagnetismo desaparece, isto é, o *Ponto de Curie*.

6 — APLICAÇÕES DA TERMODINÂMICA AO ESTUDO DOS EQUILÍBRIOS QUÍMICO-FÍSICOS (1)

6.1 — Introdução

Dadas com a maior generalidade as expressões que mais nos interessam, relativas ao 1.º e 2.º Princípios da Termodinâmica, vamos passar ao estudo do equilíbrio nos sistemas mais importantes para a indústria química, orientando-o de maneira a por bem em evidência que se trata de simples aplicações da matéria já exposta. Deste modo julgamos que será maior o efeito «formativo» destas lições: a consideração de outros sistemas poderá ser encarada por processos análogos.

6.2 — Estudo do equilíbrio químico nos sistemas monofásicos

6.2.1. — *Generalidades*

Um sistema monofásico poderá ser gasoso, líquido ou sólido, cabendo, respectivamente, a cada um destes casos as seguintes designações mais vulgarizadas: mistura de gases, solução líquida e solução sólida (a menos que se trate de uma substância pura).

Como já referimos — 2.1 — designaremos qualquer destes casos pelo termo geral de «solução» que assim se identificará com a noção de sistema monofásico.

Embora o que se segue se aplique realmente a qualquer solução, isto não quere dizer que o seu interesse prático seja igual para todos os casos; na realidade, as condições muito especiais das soluções sólidas em relação às dificuldades de difusão coloca-as, sob o ponto de vista prático, em condições muito particulares.

6.2.2 — *Potenciais Químicos*

Consideremos a expressão do 2.º Princípio da Termodinâmica aplicada a uma solução onde a ocorrência de reacções químicas é possível.

Atendendo a que as variáveis normais são:

$V \rightarrow$ Volume;

n_1; n_2 . . . número de moles das espécies químicas N_1; N_2 . . .

e as forças generalizadas são, respectivamente

$-P$

μ_1; μ_2 . . .

em que μ_1; μ_2 . . ., a que se chama *potenciais químicos*, ficam definidos precisamente com o que se acaba de dizer: são as forças generalizadas relativas às variáveis normais n_1; n_2. . .

vem, para a expressão do 2.º Princípio:

$$dU = TdS + dW_r = TdS - PdV + \Sigma \mu_i \, dn_i$$

Daqui se deduem imediatamente as seguintes relações:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V,\, n_i} = T$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_{S,\, n_i} = -P$$

$$\left(\frac{dU}{\partial n_j}\right)_{S,\, V,\, n_i \neq n_j} = \mu_j$$

1 Este Capítulo podia também ser denominado *Estática Químico-Física*.

Consideremos agora as outras funções de estado interessando normalmente aos processos físico-químicos:

Entalpia:

$$dH = dU + PdV + VdP = TdS + VdP + \Sigma \mu_i dn_i$$

e

$$(dH)_P = T\,dS + \Sigma \mu_i\, dn_i$$

Do que podemos concluir:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial P}\right)_{S,\, n_i} = V$$

$$\left(\frac{\partial H}{\partial S}\right)_{P,\, n_i} = T$$

$$\left(\frac{\partial H}{\partial n_j}\right)_{P,\, S,\, n_i \neq n_j} = \mu_j$$

Energia livre

$$dF = dU - TdS - SdT = -SdT - PdV + \Sigma \mu_i\, dn_i$$

e

$$(dF)_{T,\, V} = \Sigma \mu_i\, dn_i$$

ou seja

$$\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_{T,\, n_i} = -P$$

$$\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{V,\, n_i} = -S$$

$$\left(\frac{dF}{\partial n_j}\right)_{T,\, V,\, n_i \neq n_j} = \mu_j$$

Entalpia livre

$$dG = dH - TdS - SdT = -SdT + VdP + \Sigma \mu_i\, dn_i$$

e

$$(dG)_{T,\, P} = \Sigma \mu_i\, dn_i$$

ou seja

$$\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)_{T,\, n_i} = V$$

$$\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_{P,\, n_i} = -S$$

$$\left(\frac{\partial G}{dn_i}\right)_{T,\, P,\, n_i \neq n_j} = \mu_j$$

Nota importante: A última expressão considerada permite-nos a seguinte conclusão: *os potenciais químicos dos constituintes de uma solução são as entalpias livres parciais molares relativas aos mesmos constituintes.*

6.2.3 — *Condições de equilíbrio químico a* $T = C^{te}$

6.2.3.1 — *Condições Gerais*

Admitamos que na solução existem as *n* espécies químicas

$$N_1, N_2 \ldots N_n$$

e que tem lugar a seguinte reacção

$$\nu_1 N_1 + \nu_2 N_2 + \ldots + \nu_l N_l \rightleftarrows \nu_{l+1} N_{l+1} + \ldots + \nu_h N_h$$

sto é, intervêm na reacção

$$N_1, N_2 \ldots N_k \ldots N_h$$

e não intervêm

$$N_{h+1} \ldots N_j \ldots N_n$$

Vejamos então as condições de equilíbrio nos dois casos de maior importância industrial:

A — T *e* V *são constantes*

Neste caso, será no equilíbrio:

$$dF = 0$$

ou seja

$$\Sigma \mu_j\, dn_j = 0$$

B — T *e* P *são constantes*

No equilíbrio será agora:

$$dG = 0$$

ou seja

$$\Sigma \mu_j\, dn_j = 0$$

Conclusão: em qualquer dos dois casos considerados teremos, no equilíbrio

$$\Sigma \mu_j\, dn_j = \sum_1^h \mu_k\, dn_k + \sum_{h+1}^n \mu_j\, dn_j = 0$$

Mas como os dn_j são nulos (substâncias que não intervêm na reacção) aquela relação resume-se a

$$\sum_1^h \mu_k\, dn_k = 0$$

Expressamos qualquer dn_k em função de dn_1: da equação da reacção se tira imediatamente:

$$dn_k = \frac{\nu_k}{\nu_1}\, dn_1 \qquad \text{para } K \leqslant l$$

e

$$dn_k = -\frac{\nu_k}{\nu_1}\, dn_1 \qquad \text{para } K > l$$

Introduzindo estes resultados na condição de equilíbrio vem, finalmente:

$$\sum_{l+1}^{h} \nu_k \mu_k - \sum_{1}^{l} \nu_k \mu_k = 0$$

que se deve ler: «as condições de equilíbrio termodinâmico para uma reacção química ocorrendo numa solução, quando se consideram constantes a temperatura e a pressão ou volume, estarão realizadas quando for nulo o somatório dos potenciais químicos dos constituintes intervenientes multiplicados pelos respectivos coeficientes, considerados positivos se pertencerem ao 2.º membro da equação e negativos quando relativos ao 1.º membro (ou vice-versa)».

6.2.3.2 — *Condições relativas a soluções gasosas*(1)

6.2.3.2.1 — *Condições de equilíbrio*

Trata-se de um caso particular do parágrafo anterior em que os potenciais químicos se podem escrever:

A — *Supondo* $P = C^{te}$

$$\mu_k = \left(\frac{\partial G}{\partial n_k}\right)_{T,\, P,\, n_i \neq n_k} = \overline{G}_k =$$

$$= \frac{\partial}{\partial n_k}\left[n_k\, R\, T \ln \frac{n_K\, P}{\Sigma\, n_i} + n_k\, G_{ok}\right] =$$

$$= k\, T \ln P_k + G'_{ok}$$

Supondo:

$$R\,T + G_{ok} = G'_{ok}$$

$$P_k = \frac{n_k}{\Sigma n_i} P \text{ (pressão parcial)}$$

$$P = \text{pressão total}$$

Daqui resulta para

$$\sum_{l+1}^{h} \nu_k\, \mu_k - \sum_{1}^{l} \nu_k\, \mu_k = 0$$

$$R\,T \ln\left(\frac{P_{l+1}^{\nu l+1} \cdot \cdots \cdot P_h^{\nu h}}{P_1^{\nu 1} \cdot \cdots \cdot P_l^{\nu l}}\right)_{eq.} = f(T) = R\,T \ln K_P(T)$$

donde, a conhecida expressão, aplicável no equilíbrio

$$\frac{P_{l+1}^{\nu l+1} \cdot \cdots \cdot P_h^{\nu h}}{P_1^{\nu 1} \cdot \cdots \cdot P_l^{\nu l}} = K_P$$

em que K_P é uma função de T

B — *Supondo* $V = C^{te}$

$$\mu_k = \frac{\partial}{\partial n_k}\left[n_k\, R\, T \ln \frac{n_k}{V} + n_k\, F_{ok}\right] =$$

$$= R\,T \ln C_k + F'_{ok}$$

donde, no equilíbrio

$$\frac{C_{l+1}^{\nu l+1} \cdot \cdots \cdot C_h^{\nu h}}{C_1^{\nu 1} \cdot \cdots \cdot C_l^{\nu l}} = K_C$$

em que K_C é função de T

6.2.3.2.2 — *Variação das condições de equilíbrio com a temperatura*

Tem interesse prático conhecer a variação de K com a temperatura. Vejamos como se pode encontrar essa variação:

No parágrafo 4.4.3 mostramos que a $T = C^{te}$ era τ_r igual a ΔF ou ΔG, conforme fosse também constante V ou P.

Calculemos então

$$\tau_r = W_r - (-\int P\, dV) = W_r + \int P\, dV$$

para uma reacção química.

Temos que começar por idealizar um percurso reversível para a reacção. Raciocinando como fizemos na resolução do problema 2 do parágrafo 4.3.2, chega-se imediatamente à seguinte conclusão, supondo $P = C^{te}$:

$$W_r = -R\,T \ln\left(\frac{P_{l+1}^{\nu l+1} \cdots P_h^{\nu h}}{P_1^{\nu 1} \cdots P_l^{\nu l}}\right)_{eq.} +$$

$$+ R\,T \ln\left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu l+1} \cdots P_h^{\nu h}\right)_{f.}}{\left(P_1^{\nu 1} \cdots P_l^{\nu l}\right)_{i.}}\right] - \left(\sum_{l+1}^{h} \nu_k - \sum_{1}^{l} \nu_k\right) R\,T$$

(1) Supondo gases perfeitos; a consideração de gases reais implicará apenas a substituição das pressões pelas fugacidades, isto é, formalmente, substituir P por f.

ou seja

$$\tau_r = W_r + P\,\Delta V =$$

$$= -\,R\,T \ln K_P + R\,T \ln \left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots P_h^{\nu_h}\right)_{f.}}{\left(P_1^{\nu_1} \cdots P_l^{\nu_l}\right)_{i.}} \right]$$

Nota: Verificar que a expressão de τ_r é a mesma se for $V = C^{te}$ porque então aparecerá W_r sem a terceira parcela e $\int P\,dV = 0$.

Como

$$\tau_r = -\,\alpha$$

temos imediatamente

$$\alpha = R\,T \ln K_P - R\,T \ln \left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots P_h^{\nu_h}\right)_{f.}}{\left(P_{h_1}^{\nu_{h_1}} \cdots P_l^{\nu_l}\right)_{i.}} \right]$$

Entrando agora com este valor na equação de Gibbs-Helmoltz, vem:

$$R\,T \ln K_P - R\,T \ln \left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots P_h^{\nu_h}\right)_{f.}}{\left(P_1^{\nu_1} \cdots P_l^{\nu_l}\right)_{i.}} \right] +$$

$$+\,Q_P = T \left\{ R \ln K_P + R\,T \frac{d\,(\ln K_P)}{d\,T} - \right.$$

$$\left. -\,R \ln \left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots P_h^{\nu_h}\right)_{f.}}{\left(P_1^{\nu_1} \cdots P_l^{\nu_l}\right)_{i.}} \right] \right\}$$

o que dá finalmente, para $P = C^{te}$

$$\frac{d\,(\ln K_P)}{d\,T} = \frac{Q_P}{R\,T^2} = \frac{\Delta H}{R\,T^2}$$

Por um processo análogo se mostra que para $V = C^{te}$ é

$$\frac{d\,(\ln K_C)}{d\,T} = \frac{Q_V}{R\,T^2} = \frac{\Delta U}{R\,T^2}$$

Se considerarmos agora $Q = C^{te}$, o que é admissível para intervalos de temperatura relativamente pequenos, teremos:

$$\log K_P = -\frac{\Delta H}{2{,}303\ R\,T} + C^{te}$$

$$\log K_C = -\frac{\Delta U}{2{,}303\ R\,T} + C^{te}$$

Observações: 1.º — Notar que quando se considera $V = C^{te}$ as pressões devem ser substituídas pelas concentrações (molaridades) e K_P por K_C. Assim, neste caso vem:

$$\alpha = R\,T \ln K_C - R\,T \ln \left[\frac{\left(C_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots C_h^{\nu_h}\right)_{f.}}{\left(C_1^{\nu_1} \cdots C_l^{\nu_l}\right)_{i.}} \right]$$

2.º Do que se deixa exposto se conclui que fazendo todas as pressões (ou concentrações) iniciais e finais iguais a 1, vem:

$$\alpha_{nor} = R\,T \ln K_P \text{ (ou } K_C)$$

A afinidade relativa a qualquer outro caso calcula-se agora fàcilmente a partir deste valor normal, acrescentando-lhe apenas um termo que tem em conta as condições iniciais e finais.

3.º — Podia chegar-se ao mesmo resultado para $\frac{d\,(\ln K)}{d\,T}$ explicitando a função $K = f\,(T)$

6.2.3.2.3 — *Constante de equilíbrio e entalpia livre ou energia livre*

Da fórmula

$$\alpha = R\,T \ln K_P - R\,T \ln \left[\frac{\left(P_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots P_h^{\nu_h}\right)_{f}}{\left(P_1^{\nu_1} \cdots P_l^{\nu_l}\right)_{i}} \right]$$

tendo em conta que a $P = C^{te}$ é $\alpha = -\Delta G$ e admitindo que as pressões iniciais e finais são as referentes aos estados standards e que estas se tomam para unidade, vem

$$\Delta G^{o\,(1)} = -\,R\,T \ln K_P$$

ou, exprimindo em calorias:

$$\Delta G^o = -\,4{,}575\ T \log K_P$$

e, atendendo a que é

$$\Delta G^o = \Delta H^o - T\,\Delta S^o$$

vem

$$\log K_P = -\frac{\Delta H^o}{4{,}575\ T} + \frac{\Delta S^o}{4{,}575}$$

(1) Em que o superscrito *o* quer significar precisamente «diferença de entalpia livre entre os estados standards».

que corresponde à fórmula anteriormente encontrada:

$$\log K_P = -\frac{\Delta H}{2{,}303\, R\, T} + C^{te}$$

Observação: Se em vez de $P = C^{te}$ considerarmos $V = C^{te}$, obteremos fórmulas análogas mas em que K_P, P e G virão substituídos por K_C, C e F.

Nomeadamente teremos:

$$\Delta F^o = -4{,}575\ T \log K_C$$

6.2.3.3 — *Condições de equilíbrio numa solução qualquer*

6.2.3.3.1 — *Noção de Actividade*

Rigorosamente *a actividade* (a_i) de um constituinte num dado estado é a relação entre a sua fugacidade (f_i) nesse estado e a sua fugacidade (f_i^o) num outro estado que se considera como standard, isto é:

$$a_i = \frac{f_i}{f_i^o}$$

Normalmente consideraremos

$$a_i = \frac{P_i}{P_i^o}\ (1)$$

Se o constituinte não está no estado gasoso, P significará a sua tensão de vapor.

A escolha do estado standard é teòricamente arbitrária; na prática, porém, consideram-se como estados standards aqueles em relação aos quais resultam os cálculos mais simples.

Os estados standards normalmente considerados são (2):

1.º — Substância pura sob uma pressão exterior de uma unidade;

2.º — Solução infinitamente diluida do constituinte em causa em dado solvente;

3.º — Solução do constituinte em causa em dado solvente e na concentração, em peso, de 1 %.

(1) Fórmula suficientemente aproximada se as pressões são baixas.

(2) Todos referentes à temperatura que se esteja considerando.

Convenção: Todas as grandezas relacionadas com as actividades serão representadas:

— por letras simples (a_i, por exemplo) se o estado standard for o 1.º;

— por letras afectadas por uma linha (a'_i, por exemplo) se o estado standard for o 2.º;

— por letras afectadas por duas linhas (a''_i, por exemplo) se o estado standard for o 3.º;

— por letras afectadas por (n) linhas ($a_i^{(n)}$, por exemplo) se nos quizermos referir a qualquer estado standard.

6.2.3.3.2 — *Noção de coeficiente de actividade*

A razão de se considerarem vários estados standards é apenas de ordem prática, como já referimos. Na realidade, como teremos ocasião de verificar, certas expressões tornam-se especialmente simples, quando relativas a substâncias que intervêm nos processos químicos em concentrações próximas do estado puro, se for tomado para estado standard a substância pura; o mesmo se pode dizer para substâncias intervindo nos processos químicos num estado de grande diluição, em relação à solução infinitamente diluida.

Também por uma questão de ordem prática, interessa exprimir as actividades em função das concentrações. Nestas condições, sendo $a_i^{(n)}$ a actividade em relação a um dado estado standard, e $c_i^{(n)}$ a concentração expressa de determinada maneira, chamamos coeficiente de actividade a um número $\gamma_i^{(n)}$ tal que

$$\gamma_i^{(n)} = \frac{a_i^{(n)}}{c_i^{(n)}}$$

ou seja

$$a_i^{(n)} = \gamma_i^{(n)}\, c_i^{(n)}$$

Dentro de uma dada convenção de estado standard e de processo de medir a concentração, $\gamma_i^{(n)}$ variará com a solução, isto é, com o número, natureza e concentração dos outros constituintes e com a concentração do constituinte i. Além disto, como é evidente, $\gamma_i^{(n)}$ variará ainda com o estado standard e com o processo de medir as concentrações.

Em relação aos estados standards substância pura e solução infinitamente diluida, as concen-

APARELHAGEM DE FÍSICA NUCLEAR

Instalação «LANDIS & GYR» para a determinação da contaminação do ar, causada pelas substâncias radioactivas.

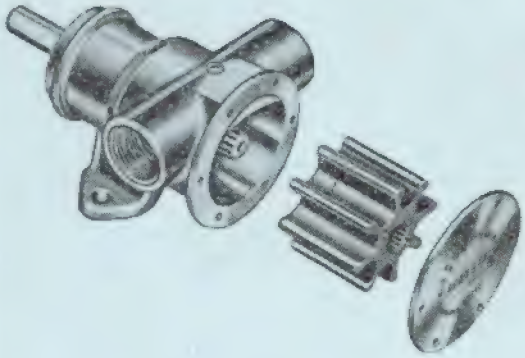
A "LANDIS & GYR", nossa representada suíça de renome mundial, desenvolveu e forneceu já para muitos países, aparelhagem destinada à medida, registo e detecção dos fenómenos radioactivos. Do seu programa de fabrico constam, entre outros, os seguintes aparelhos:

LANDIS & GYR
ZUG — SUÍÇA

JAYME DA COSTA, LDA.
LISBOA — PORTO — LUANDA

- Tubos Geiges-Mueller
- Desmultiplicadores
- Dosímetros e detectores
- Equipamentos para reactores
- Simuladores de pilhas
- Instalações para fins industriais

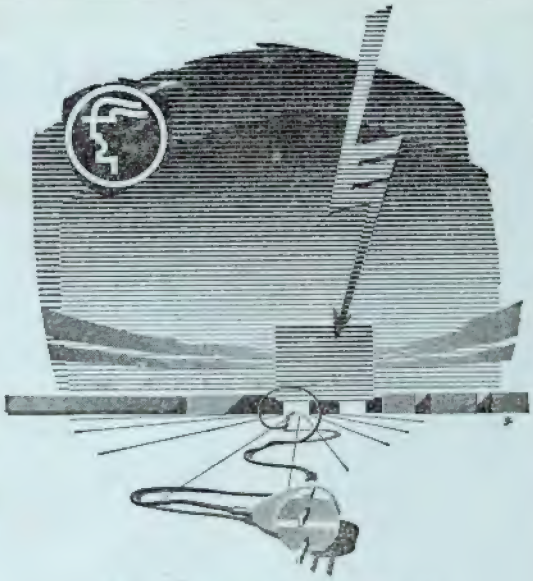
BOMBAS



Se há um problema de bombas consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boa Vista, 63 — LISBOA



HANNOVER

O mais importante mercado de

INDÚSTRIA ELÉCTRICA

para equipamento pesado e bens de consumo

FEIRA DA INDÚSTRIA ALEMÃ

ABRIL 26 — MAIO 5. 1959

Informações e catálogos na Câmara de Comércio Alemã em Portugal

Rua de S. José, 41 — LISBOA

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS

SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 93
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FELTROS, FILTROS E TECIDOS INDUSTRIAIS PARA TODOS OS FINS:

EM PEÇAS, PANOS, MANGAS OU SACOS,
DE QUALQUER FIBRA

PASTA PARA PAPEL
PAPEL
FIBROCIMENTO
CURTUMES
FIAÇÕES DE ALGODÃO
LINHAS
INDÚSTRIAS QUÍMICAS

TECELAGENS
ACABAMENTOS
TINTURARIAS
LAVANDARIAS
ESTAMPARIAS
FILTROS
DESPOEIRAGEM

trações que resultam mais práticas são as fracções molares. Assim teremos:

$$\gamma_i = \frac{a_i}{x_i} \quad e \quad \gamma'_i = \frac{a'_i}{x_i}$$

Em relação ao estado standard solução a 1 %, as concentrações mais convenientes são as percentagens em peso (c_i), isto é, teremos agora:

$$\gamma''_i = \frac{a''_i}{c_i}$$

Notar que em boa verdade devia dizer-se: «porque em muitos casos da indústria as concentrações são expressas pelas percentagens em peso, sempre que determinadas expressões se não compliquem pelo facto de se considerar como estado standard a solução a 1 %, este torna-se especialmente prático e por isso é então considerado».

Observação: Não nos referimos nem à molaridade nem à molalidade, processos de expressão das concentrações muito divulgados em química geral, porque não têm tanto interesse para as indústrias metalúrgicas. A consideração destes casos pode dar origem a outras escalas de actividades, (outros estados standards) mas não introduz nada de novo nas questões de princípios.

6.2.3.3.3 — *Convenções relativas às actividades dos estados standards*

Da definição

$$a_i = \frac{P_i}{P_i^o}$$

resulta a convenção $a_i^o = 1$ (actividade do estado standard) se for

$$P_i^o \neq 0$$

Dos três estados standards referidos, há precisamente um em que esta condição não é satisfeita: trata-se da solução infinitamente diluida. Neste caso, quando x_i tende para 0, também P_i tende para 0 e a_i torna-se indeterminada. Para este caso a convenção é:

$$\lim_{x_i \to 0} \gamma'_i = \lim_{x_i \to 0} \frac{a'_i}{x_i} = \gamma'^o = 1$$

Nota: o superscrito *o* afectando o coeficiente de actividade quer significar

$$\lim_{x_i \to 0} \gamma_i^{(n)}$$

6.2.3.3.4 — *Actividades e potenciais químicos*

De 6.2.3.2.1 — A e 6.2.3.3.1 tira-se

$$\mu_i = RT \ln a_i^{(n)} + \mu_i^{(n)o}$$

Calculemos agora a constante $\mu_i^{(n)o}$ para os três estados standards definidos.

1.º Estado standard substância pura:

Será

$$\mu_i^o = \mu_{i\,(a_i = 1)}$$

e de 6.2.3.2.1 — A tiramos

$$\mu_i^o = \mu_{i\,(a_i = 1)} = RT \ln P_i^o + G'_{oi}$$

em que:

$P_i^o = 1$ e $\mu_i^o = G'_{oi}$ se o constituinte é considerado gasoso.

$P_i^o = P_s$, isto é, tensão de saturação, se o constituinte se considera no estado sólido ou líquido.

2.º Estado standard solução infinitamente diluida

Agora é

$$\mu'_i = RT \ln a'_i + \mu_i'^o$$

Como vimos, neste caso, não se considera $a'_i = 1$ no estado standard. Vamos então fixar $\mu_i'^o$ de modo a obrigar

$$\mu'_i = \mu_i \text{ (1)}$$

Teremos então

$$\mu'_i = RT \ln a'_i + \mu_i'^o = RT \ln (\gamma'_i x_i) + \mu_i'^o$$
$$\mu_i = RT \ln a_i + \mu_i^o = RT \ln (\gamma_i x_i) + \mu_i^o$$

e

$$RT \ln (\gamma'_i x_i) + \mu_i'^o = RT \ln (\gamma_i x_i) + \mu_i^o$$

ou seja,

$$RT \ln \gamma'_i + \mu_i'^o = RT \ln \gamma_i + \mu_i^o$$

Considerando agora o limite desta expressão quando x_i tende para zero, atendendo a que é

(1) Convém que os potenciais quimicos não dependam da escala de actividades que se escolha.

$$\lim_{x_i \to} \gamma'_i = \gamma'^o_i = 1$$

e

$$\lim_{x_i \to 0} \gamma_i = \gamma^o_i$$

vem

$$\mu'^o_i = \mu^o_i + R\,T \ln \gamma^o_i$$

Substituindo este valor na expressão de

$$\mu'_i = \mu_i$$

vem

$$a'_i = \frac{a_i}{\gamma^o_i}$$

que relaciona as duas escalas de actividades em consideração.

3.º — Estado standard solução a 1 %

Neste caso temos

$$\mu''_i = R\,T \ln a''_i + \mu''^o_i = R\,T \ln (\gamma''_i\, c_i) + \mu''^o_i$$

Obrigando

$$\mu''_i = \mu_i$$

podemos obter μ''^o_i:

$$R\,T \ln (\gamma''_i\, c_i) + \mu''^o_i = R\,T \ln (\gamma''_i\, x_i) + \mu^o_i$$

Convém agora calcular primeiro

$$c_i = f\,(x_i)$$

Supondo uma liga binária e sendo M_1 e M_2, respectivamente, as massas atómicas (ou moleculares) das constituintes 1 e 2, será

$$x_2 = \frac{\dfrac{c_2}{M_2}}{\dfrac{c_2}{M_2} + \dfrac{100 - c_2}{M_1}} = \frac{M_1 \quad c_2}{M_2\left[100 + c_2\left(\dfrac{M_1}{M_2} - 1\right)\right]}$$

Daqui concluímos que, no caso geral, a expressão de μ''^o_i será relativamente complicada, isto é, que a consideração do estado standard solução a 1 % complica as fórmulas desproporcionadamente em relação à vantagem que introduz, a qual consiste apenas em permitir aplicar imediatamente os dados das análises industriais correntes que são expressas em percentagens.

É fácil de ver, porém, que a expressão de μ''^o será especialmente simples quando c_2 puder ser considerado proporcional a x_2, o que ocorre nos seguintes três casos:

— $M_1 = M_2$, isto é, caso de substâncias isómeras:

$$x_2 = \frac{c_2}{100}$$

— M_1 próximo de M_2 (1):

$$x_2 \cong \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{c_2}{100}$$

— c_2 muito pequeno:

$$x_2 \cong \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{c_2}{100}$$

Embora estes casos constituam um conjunto pequeno em relação a todos os casos possíveis, eles são bastante importantes em metalurgia (2):

— soluções muito extensas, como vimos na Metalurgia Geral, ocorrem quando os átomos são muito semelhantes e, portanto, normalmente, quando os seus pesos atómicos diferem pouco;

— a remoção de impurezas, normalmente existindo em fracas concentrações, é um dos problemas importantes em metalurgia.

Para estes casos temos então:

$$R\,T \ln (\gamma''_2\, c_2) + \mu''^o_2 = R\,T \ln \left(\gamma_2 \frac{M_1}{M_2} \cdot \frac{c_2}{100}\right) + \mu^0_2$$

o que conduz a

$$\mu''^o_2 = \mu^o_2 + R\,T \ln \left(\frac{\gamma_2}{\gamma''_2} \cdot \frac{M_1}{M_2 \,.\, 100}\right)$$

Se obrigarmos

$$\mu''_2 = \mu'_2$$

Tiramos

$$\mu''^o_2 = \mu'^o_2 + R\,T \ln \left(\frac{\gamma'_2}{\gamma''_2} \cdot \frac{M_1}{M_2\ 100}\right)$$

6.2.3.3.5 — Da importância da noção de actividade

Como vimos, o estudo das condições de equilíbrio implica o conhecimento dos potenciais químicos.

---

(1) No caso da metalurgia do ferro, será o que ocorre com as ligas: Fe — Ni; Fe — Co; Fe — Mn e Fe — Cr.

(2) Os dois últimos.

Os potenciais químicos em fase gasosa calculam-se fàcilmente a partir do conhecimento das pressões ou, mais correctamente, das fugacidades.

O cálculo dos potenciais químicos em fases não gasosas, embora possa ser realizado teòricamente (1) a partir da consideração da fase gasosa com que estejam em equilíbrio, apresenta na prática grandes dificuldades sempre que se trate de constituintes muito pouco voláteis. Estas dificuldades de ordem prática concretizam-se pela impossibilidade, pelo menos actual, de medir pressões extremamente pequenas.

A importância da noção de actividade resulta precisamente da maior facilidade com que podem ser medidas as relações de pressões utilizando métodos mais ou menos indirectos.

6.2.3.3.6 — *Condições de equilíbrio químico numa solução qualquer*

Em 6.2.3.1 concluimos que as condições gerais de equilíbrio químico são

$$\sum_{l+1}^{h} \mu_k \nu_k - \sum_{1}^{l} \mu_k \nu_k = 0$$

Em 6.2.3.3.4 vimos ser

$$\mu_k = R\,T \ln a_k + \mu_k^o$$

Podemos então escrever

$$\sum_{l+1}^{h} \nu_k \ln a_k - \sum_{1}^{l} \nu_k \ln a_k = \frac{\sum_{1}^{l} \nu_k \mu_k^o - \sum_{l+1}^{h} \nu_K \mu_k^o}{R\,T} = K_1 \quad (2)$$

ou seja

$$\left(\frac{a_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots a_h^{\nu_h}}{a_1^{\nu_1} \cdots a_l^{\nu_h}} \right)_{eq.} = K \quad (2)$$

e, se num caso muito particular, forem todos os coeficientes de actividade iguais a 1, vem

$$\left(\frac{x_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots x_h^{\nu_h}}{x_1^{\nu_1} \cdots x_l^{\nu^l}} \right)_{eq.} = K$$

(1) Vide parágrafo 6.3.2.

(2) Verificar que é função de T.

Agora será fácil também demonstrar que:

1.º — $$\frac{d\,(\ln K)}{d\,T} = \frac{Q}{R\,T^2}$$

em que Q é o calor de reacção, isto é:

$Q = Q_V = \Delta U \rightarrow$ caso de $V = C^{te}$, ou seja, reacções em vaso fechado ou em soluções condensadas.

$Q = Q_P = \Delta H \rightarrow$ caso de $P = C^{te}$, ou seja, reacções em vaso aberto.

2.º — Sendo a afinidade normal a relativa aos estados inciais e finais correspondentes a todos os constituintes com a actividade igual a 1, será:

$$\alpha_{nor} = R\,T \ln K$$

e

$$\alpha = \alpha_{nor} - R\,T \ln \left[\frac{\left(a_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots a_h^{\nu_h} \right)_{f.}}{\left(a_1^{\nu_1} \cdots a_l^{\nu_l} \right)_{i.}} \right]$$

3.º

A — Para reacções a pressão constante é

$$\Delta G^o \,^{(1)} = -RT \ln K_P = -RT \ln \left(\frac{a_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots a_h^{\nu_h}}{a_1^{\nu_1} \cdots a_l^{\nu_l}} \right)_{eq.}$$

B — Para reacções a volume constante é

$$\Delta F^o \,^{(1)} = -RT \ln K_C = -RT \ln \left(\frac{a_{l+1}^{\nu_{l+1}} \cdots a_h^{\nu_h}}{a_1^{\nu_1} \cdots a_l^{\nu_l}} \right)_{eq.}$$

Observação muito importante: Em todas as fórmulas apresentadas neste parágrafo foram consideradas as actividades relativas ao estado standard substância pura. É porém fácil de ver que elas se mantêm não só quando se considera qualquer outro estado standard, como também quando se consideram estados standards diferentes para as diferentes fases.

6.3 — Estudo do equilíbrio químico nos sistemas polifásicos

6.3.1 — *Condições gerais de equilíbrio*

A um sistema polifásico chama-se também, como sabemos, um sistema heterogéneo.

(1) Diferença relativa aos constituintes do 2.º e 1.º membros da equação, considerados nos respectivos estados standards.

Para que um sistema heterogéneo se encontre em equilíbrio torna-se, evidentemente, necessário que:

1.º — Estejam realizadas as condições de equilíbrio em cada uma das fases que o constituem. — Questão tratada no parágrafo 6.2.

2.º — Estejam realizadas as condições de equilíbrio entre as diversas fases do sistema — Questão que vamos agora tratar.

Suponhamos que:

— $P = C^{te}$;

— i e j são duas fases quaisquer do sistema;

— k é um constituinte qualquer do sistema;

— dn_k é o número infinitesimal de moles de k que passam de i para j;

— G^i e G^j são as entalpias livres das fases i e j;

— G é a entalpia livre de sistema;

— dG^i, dG^j e dG são as variações infinitesimais das entalpias livres derivadas da passagem de dn_k de i para j

Será, evidentemente:

$$dG^i = -\frac{\partial G^i}{\partial n_k} dn_k$$

$$dG^j = \frac{\partial G^j}{\partial n_k} dn_k$$

e

$$dG = \frac{\partial G^j}{\partial n_k} dn_k - \frac{\partial G^i}{\partial n_k} dn_k$$

Mas no equilíbrio G é mínimo, isto é,

$$dG = 0$$

o que obriga a ser

$$\frac{\partial G^j}{\partial n_k} = \frac{\partial G^i}{\partial n_k}$$

ou seja

$$\mu^i_k = \mu^j_k$$

Conclusão: Para que haja equilíbrio entre as diversas fases de um sistema heterogéneo torna-se necessário que os potenciais químicos dos diversos constituintes sejam iguais em todas as fases. Isto implica:

— a igualdade das actividades, se os estados standards forem os mesmos para as diversas fases:

$$\mu^i_k = RT \ln a_k^{(n)\,i} + \mu_k^{(n)\,o}$$

$$\mu^j_k = RT \ln a_k^{(n)\,j} + \mu_k^{(n)\,o}$$

portanto, se for

$$\mu^i_k = \mu^j_k$$

será

$$a_k^{(n)\,i} = a_k^{(n)\,j}$$

— uma determinada relação para as actividades, se os estados standards não forem os mesmos em todas as fases:

$$\mu^i_k = RT \ln a_k^{(n)\,i} + \mu_k^{(n)\,o}$$

$$\mu^j_k = RT \ln a_k^{(m)\,j} + \mu_k^{(m)\,o}$$

portanto, se for

$$\mu^i_k = \mu^j_k$$

será

$$\ln \frac{a_k^{(n)\,i}}{a_k^{(m)\,j}} = \frac{\mu_k^{(n)\,o} - \mu_k^{(m)\,o}}{RT} = C^{te}$$

ou seja, finalmente

$$\frac{a_k^{(n)\,i}}{a_k^{(m)\,j}} = C^{te} \quad (1)$$

6. 3. 2 — *Cálculo dos potenciais químicos nos sistemas heterogéneos em equilíbrio*

Como nos sistemas em equilíbrio os potenciais químicos são iguais em todas as fases, o cálculo dos mesmos far-se-á em relação ao caso mais simples. Nestas condições, se se considera a existência de uma fase gasosa, é em relação a ela que normalmente se calculam os potenciais químicos.

Se em determinadas transformações envolvendo uma fase gasosa, certos constituintes se mantém no estado puro em fases condensadas, ou se determinadas soluções condensadas se mantém sempre no mesmo estado, isto é, com os mesmos constituintes e nas mesmas concentrações, torna-se particularmente cómodo tomar para estados standards dos constituintes envolvidos nessas fases condensadas, o estado em que se encontram nas mesmas, porque isso implica as actividades manterem-se sempre iguais à unidade.

---

(1) Constante para uma dada temperatura, como é evidente (os μ^o variam com T).